



**CARLA PATRÍCIA
SÁ COSTA**

**EFICÁCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)
COMO FERRAMENTA DE DIAGNÓSTICO E
MELHORIA DA EFICIÊNCIA NA INDÚSTRIA
CORTICEIRA**



**CARLA PATRÍCIA
SÁ COSTA**

**EFICÁCIA GLOBAL DOS EQUIPAMENTOS (OEE)
COMO FERRAMENTA DE DIAGNÓSTICO E
MELHORIA DA EFICIÊNCIA NA INDÚSTRIA
CORTICEIRA**

Relatório de projeto apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia e Gestão Industrial, realizado sob a orientação científica da Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel, Professora Auxiliar do Departamento de Economia, Gestão, Engenharia Industrial e Turismo da Universidade de Aveiro.

Aos meus pais, ao Pedrinho e ao Tiago, que são o melhor de mim.

o júri

presidente

Prof.^a Doutora Ana Maria Pinto de Moura
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

Prof. Doutor Luís Filipe Ribeiro dos Santos Guimarães
professor auxiliar da Faculdade de Engenharia da Universidade do Porto

Prof.^a Doutora Carina Maria Oliveira Pimentel
professora auxiliar da Universidade de Aveiro

agradecimentos

Um agradecimento especial à Professora Carina Pimentel, a minha orientadora, por todo o apoio, disponibilidade e motivação demonstrada que tanto contribuiu para a realização deste projeto.

Ao Eng.º Tiago Pinho pelos conhecimentos e conselhos transmitidos ao longo da realização do meu estágio na Amorim & Irmãos, S.A..

Ao Tiago Pimentel e ao Bruno Queda por toda a disponibilidade e conhecimentos transmitidos, os quais foram determinantes para a realização deste projeto.

A todos os colaboradores da Amorim & Irmãos, S.A. que contribuíram direta ou indiretamente para a realização deste projeto.

Aos meus pais por me terem permitido chegar até esta etapa da minha vida e por toda a paciência e apoio que prestaram durante a minha formação.

Ao Pedrinho, o meu irmão, pelo carinho com que me brinda todos os dias e pela inocência pura que me faz acreditar num mundo melhor.

Ao Tiago, o meu namorado, pelo apoio incondicional ao longo destes 7 anos e por ser sempre a minha âncora em todos os momentos.

Ao meu avô, pela sua preocupação constante e pelas palavras sábias e ensinamentos transmitidos.

À Sandra, pela amizade e por todo o apoio prestado nestes últimos 5 anos.

palavras-chave

Lean Thinking, *Overall Equipment Effectiveness*, Seis Grandes Perdas, Diagrama de Pareto, Diagrama de Ishikawa

resumo

A Eficácia Global dos Equipamentos ou *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) é uma métrica *Lean* que surgiu na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*), a qual permite às empresas analisar a sua real situação através da identificação de todas as perdas relacionadas com os equipamentos e da avaliação da capacidade de produção dos mesmos. Todas as perdas identificadas nos equipamentos estão relacionadas com um dos três fatores que constituem o OEE: disponibilidade, eficiência e qualidade.

O presente projeto descreve a aplicação do indicador OEE numa das etapas do processo produtivo de uma unidade industrial da Amorim & Irmãos, S.A. de forma a melhorar a eficácia global dos equipamentos e a sua produtividade. Após a análise dos valores obtidos para o indicador OEE, assim como para os seus fatores, concluiu-se que o fator mais crítico era a eficiência. Como este fator é influenciado pela ocorrência de micro paragens é sobre este tipo de perdas que o restante projeto se debruça.

Existem duas formas de melhorar a eficiência: diminuir a ocorrência das causas das micro paragens e/ou diminuir o tempo improdutivo associado a cada micro paragem. Através do diagrama de causa-e-efeito identificaram-se todas as causas que originavam a ocorrência de micro paragens e com a aplicação do diagrama de Pareto identificaram-se as causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens. Para reduzir a ocorrência das micro paragens mais significativas realizaram-se alterações técnicas nos equipamentos e, posteriormente, foram realizadas redistribuições das tarefas pelos operadores dessa etapa do processo, com o intuito de diminuir o mais possível o tempo de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem e, conseqüentemente, o tempo improdutivo associado às mesmas.

Os resultados obtidos com a aplicação da métrica OEE evidenciam a potencialidade e o elevado impacto que esta promove em ambientes produtivos.

keywords

Lean Thinking, Overall Equipment Effectiveness, Six Big Losses, Pareto Chart, Ishikawa Diagram

Abstract

The Overall Equipment Effectiveness (OEE) is a Lean metric that appeared in TPM (Total Productive Maintenance), which enables companies to analyze their actual situation by evaluating the equipment production capacity and identifying all losses related with them.

All losses identified in equipment are related to one of three OEE factors: availability, efficiency and quality.

This project describes the application of OEE indicator in one of the stages of the production process of an industrial unit in Amorim & Irmãos, S.A., in order to improve the overall effectiveness of equipment and their productivity. After analyzing the values obtained for the OEE indicator, as well as their factors, it was concluded that the most critical factor was the efficiency. Since this factor is influenced by the occurrence of micro stops, the remaining project focuses about this kind of losses.

There are two ways to improve efficiency: reducing the incidence of the causes of micro stops and/or decrease the downtime associated with each micro stop. Through the cause-and-effect diagram it was possible to identify all the causes that originated the occurrence of micro stops, and with the application of Pareto diagram the most significant causes of downtime due to the occurrence of micro stops were also identified. To reduce the occurrence of the most significant micro stops there were technical changes in equipment and then were made redistributions of tasks among the operators in this stage of the process, in order to reduce as much as possible the waiting time of the machines when a micro stop occurs, and hence the downtime associated with them.

The results obtained with the application of OEE metric showed the potential and the high impact it promotes in production environments.

Índice

| | |
|--|-----|
| Índice de Figuras..... | v |
| Índice de Tabelas | vii |
| Lista de Siglas e Acrónimos..... | ix |
| 1. Introdução | 1 |
| 1.1. Contextualização..... | 1 |
| 1.2. Objetivos do projeto | 2 |
| 1.3. Metodologia..... | 2 |
| 1.4. Estrutura do relatório | 3 |
| 2. Enquadramento Teórico | 5 |
| 2.1. <i>Toyota Production System</i> ao <i>Lean Thinking</i> | 5 |
| 2.1.1. Princípios <i>Lean Thinking</i> | 6 |
| 2.1.2. As 7 fontes de desperdício..... | 7 |
| 2.2. Metodologias e Ferramentas <i>Lean</i> | 8 |
| 2.2.1. <i>Total Productive Maintenance</i> (TPM) | 8 |
| 2.2.2. <i>Overall Equipment Effectiveness</i> (OEE)..... | 11 |
| 2.2.2.1. Fatores do OEE | 15 |
| 2.2.2.2. OEE aplicado a uma linha de produção | 18 |
| 2.2.2.3. Estratégias para a melhoria do OEE..... | 18 |
| 2.3. Ferramentas Básicas da Qualidade..... | 21 |
| 2.3.1. Fluxograma | 22 |
| 2.3.2. Diagrama de Pareto | 23 |
| 2.3.3. Diagrama de causa-e-efeito..... | 25 |
| 3. Amorim & Irmãos, S.A. – Unidade Industrial Lamas | 27 |
| 3.1. Breve apresentação | 27 |
| 3.2. Processo produtivo das rolhas naturais..... | 29 |
| 4. Estudo de Caso no Processo de Segunda Escolha | 31 |
| 4.1. Enquadramento e descrição do problema | 31 |

| | |
|--|-----|
| 4.2. Identificação do recurso gargalo das linhas..... | 32 |
| 4.3. Medição e análise do indicador OEE e dos seus fatores – situação inicial | 39 |
| 4.4. Melhoria da eficiência das linhas na segunda escolha | 49 |
| 4.4.1. Análise das causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens..... | 49 |
| 4.4.2. Análise da distribuição das tarefas pelos operadores da segunda escolha | 74 |
| 4.4.2.1. Análise da distribuição inicial das tarefas pelos operadores..... | 74 |
| 4.4.2.2. Implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores | 76 |
| 4.4.2.3. Implementação da segunda redistribuição das tarefas pelos operadores | 80 |
| 4.5. Análise final de indicadores relevantes | 84 |
| 4.5.1. Eficiência e OEE das linhas | 84 |
| 4.5.2. Produção das linhas | 86 |
| 5. Conclusão, Limitações e Trabalho Futuro | 89 |
| 5.1. Conclusão..... | 89 |
| 5.2. Limitações | 91 |
| 5.3. Propostas de trabalho futuro | 92 |
| Referências Bibliográficas..... | 93 |
| ANEXO A – Portfólio de Produtos da Amorim & Irmãos, S.A. | 95 |
| ANEXO B – Etapas do processo produtivo das rolhas naturais | 97 |
| ANEXO C – Formulário para o registo de produções e paragens pelos operadores..... | 101 |
| ANEXO D – Formulário do registo de observações para estimar o tempo de espera das máquinas | 105 |
| ANEXO E – Observações registadas para estimar o tempo de espera das máquinas quando estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores da segunda escolha..... | 107 |
| ANEXO F – Diagrama de Pareto do tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens (semanas 47 à 52)..... | 108 |
| ANEXO G – Observações registadas para estimar o tempo despendido pelos operadores na execução de outras tarefas além do atendimento das máquinas quando ocorria uma paragem - distribuição inicial | 119 |
| ANEXO H – Formulário para o registo dos autocontrolos visuais realizados | 121 |
| ANEXO I – Formulário utilizado para fazer o estudo na hora de almoço..... | 123 |

| | |
|---|-----|
| ANEXO J – Observações registadas para estimar o tempo de inoperacionalidade por linha na hora de almoço devido à ocorrência de micro paragens | 125 |
| ANEXO K – OEE das linhas e os seus fatores das semanas 47 à 52 | 133 |
| ANEXO L – Síntese da análise realizada a cada uma das causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens | 137 |
| ANEXO M – Observações registadas para estimar o tempo de espera das máquinas após a implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores da segunda escolha..... | 129 |
| ANEXO N – Observações registadas para estimar o tempo de espera das máquinas após a implementação da segunda redistribuição das tarefas pelos operadores da segunda escolha..... | 153 |
| ANEXO O – OEE das linhas e os seus fatores das semanas 19 à 21..... | 165 |

Índice de Figuras

| | |
|--|----|
| Figura 1 - A tridimensionalidade do OEE (Fonte: Silva, 2009) | 12 |
| Figura 2 - Relação entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE (Fonte: Silva, 2009)..... | 15 |
| Figura 3 - Os fatores do OEE e as perdas relacionadas com os equipamentos (Fonte: The Productivity Development Team, 1999) | 16 |
| Figura 4 - O uso das sete ferramentas básicas da qualidade na identificação e análise de problemas (Fonte: Soković et al., 2009)..... | 22 |
| Figura 5 - Representação de um fluxograma (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)..... | 23 |
| Figura 6 - Exemplo de diagrama de Pareto (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)..... | 24 |
| Figura 7 - Diagrama de causa-e-efeito (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)..... | 25 |
| Figura 8 - Unidades de Negócio da Corticeira Amorim (Fonte: Amorim & Irmãos, S.A., 2015) | 27 |
| Figura 9 - Missão, visão e valores da Amorim & Irmãos, S.A..... | 28 |
| Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo das rolhas naturais..... | 29 |
| Figura 11 - Distribuição inicial das onze linhas pelos três operadores da segunda escolha | 31 |
| Figura 12 - Tempo total improdutivo associado a uma paragem..... | 34 |
| Figura 13 - Média do OEE das linhas e dos seus fatores nas semanas 47 à 52 | 45 |
| Figura 14 - Diagrama de causa-e-efeito para identificar as causas que originam a ocorrência de micro paragens..... | 48 |
| Figura 15 - Esquemas representativos do funcionamento do seletor antes (à esquerda) e após a alteração (à direita) | 50 |
| Figura 16 - Seletor atual da SVE nº 11 | 50 |
| Figura 17 - Aparas | 52 |
| Figura 18 - Exemplo de um encravamento na calha das cavidades da SVE devido a aparas | 52 |
| Figura 19 - Molas metálicas e "palhinhas de borracha" presentes nos centrífugos | 54 |
| Figura 20 - Rolha encravada na guia do centrífugo | 54 |
| Figura 21 - Arames colocados na parte lateral dos centrífugos | 55 |
| Figura 22 - Rolha encravada entre o suporte das "palhinhas de borracha" e as rolhas presentes no alimentador (imagem à esquerda) e a guia do centrífugo (imagem à direita).... | 55 |
| Figura 23 - Alteração das "palhinhas de borracha" | 56 |
| Figura 24 - Rolhas encravadas nos arames colocados..... | 57 |
| Figura 25 - Reposicionamento do arame no centrífugo da linha 11 | 57 |
| Figura 26 - Encravamento à entrada da calha devido à rolha ficar inclinada após ser impulsionada pelo martelo | 59 |
| Figura 27 - Encravamento na calha devido à rolha avançar ligeiramente inclinada | 59 |
| Figura 28 - Encravamento na calha devido a fragmentos de cortiça | 60 |
| Figura 29 - Rolha inclinada na calha após o martelo ser acionado..... | 61 |

| | |
|--|----|
| Figura 30 - Peça colocada entre o tapete e a calha | 61 |
| Figura 31 - Contacto entre os topos das rolhas antes (à esquerda) e após a colocação da peça (à direita)..... | 62 |
| Figura 32 - Cavidades da SVE da linha 7 (à esquerda) e cavidades da SVE da linha 11 (à direita) | 63 |
| Figura 33 - Anomalia no posto 1..... | 64 |
| Figura 34 - Rolha encravada dentro da peça colocada entre o tapete e a calha | 66 |
| Figura 35 - Martelo a impulsionar uma rolha de comprimento 45 mm (à esquerda) e de 49 mm (à direita)..... | 67 |
| Figura 36 - Martelo alimentador | 68 |
| Figura 37 - Peça que suporta o martelo alimentador..... | 69 |
| Figura 38 - Martelo a impulsionar uma rolha de comprimento 49 mm..... | 69 |
| Figura 39 - Folga existente entre o fim do centrífugo e o início do tapete | 70 |
| Figura 40 - Topo de uma rolha encravado na abertura superior da calha do tapete | 71 |
| Figura 41 - Posição da rolha à entrada do tapete após a realização da alteração | 71 |
| Figura 42 - Topo da rolha encravado na abertura superior da calha do tapete após entrar na peça..... | 72 |
| Figura 43 - Distribuição das onze linhas pelos três operadores após a implementação da segunda redistribuição..... | 81 |
| Figura 44 - Média do OEE das linhas e dos seus fatores nas semanas 19 à 21 | 85 |
| Figura 45 - Localização atual da sinalização do estado das máquinas | 87 |
| Figura 46 - Localização potencial da sinalização do estado das máquinas..... | 88 |

Índice de Tabelas

| | |
|--|----|
| Tabela 1 - Pilares básicos do TPM (Fonte: The Productivity Development Team, 1999) | 10 |
| Tabela 2 - Os diferentes tipos de perdas relacionadas com os equipamentos (Fonte: Silva, 2009; The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996) | 14 |
| Tabela 3 - Estratégias a adotar para a melhoria do indicador OEE (Fonte: Silva, 2009) | 19 |
| Tabela 4 - Atividades das Unidades Industriais da Amorim & Irmãos, S.A. (Fonte: Amorim & Irmãos, S.A., 2015) | 28 |
| Tabela 5 - Tarefas realizadas pelos operadores na distribuição inicial | 32 |
| Tabela 6 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem | 35 |
| Tabela 7 - Tempo total improdutivo associado a cada paragem sistemática | 36 |
| Tabela 8 - Tempo total em avarias nos dois tipos de máquinas (semanas 47 à 52) | 38 |
| Tabela 9 - Tempo total em ajustes dos programas na EE3D (semanas 47 à 52) | 38 |
| Tabela 10 - Tempo total improdutivo devido à ocorrência de paragens na SVE e na EE3D (semanas 47 à 52) | 38 |
| Tabela 11 - Número de paragens provocadas pelos dois tipos de máquinas aquando da realização do estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina | 39 |
| Tabela 12 - Problemas relacionados com os equipamentos que provocam perdas de produção na segunda escolha | 41 |
| Tabela 13 - Tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens na hora de almoço | 43 |
| Tabela 14 - Tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens no horário normal de trabalho | 43 |
| Tabela 15 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens na hora de almoço | 44 |
| Tabela 16 - Média do OEE e dos seus fatores nos 2 grupos de linhas (semanas 47 à 52) | 46 |
| Tabela 17 - Número de anomalias no posto 3 da SVE nº 11 antes e após a alteração | 51 |
| Tabela 18 - Número de encravamentos na calha das cavidades das SVE devido a apara antes e após a alteração | 53 |
| Tabela 19 - Número de encravamentos nos centrífugos das SVE antes e após as alterações.. | 56 |
| Tabela 20 - Número de encravamentos no centrífugo da SVE da linha 11 sem qualquer alteração, depois da colocação do arame e após o reposicionamento do arame ... | 58 |
| Tabela 21 - Número de encravamentos na calha das cavidades da SVE da linha 7 antes e após a alteração | 62 |
| Tabela 22 - Número de encravamentos na calha das cavidades da SVE da linha 11 antes e após a alteração | 63 |

| | |
|--|----|
| Tabela 23 - Número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 7 antes e após a alteração | 65 |
| Tabela 24 - Número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 11 antes e após a alteração | 65 |
| Tabela 25 - Encravamentos na calha das cavidades das SVE ocorridos durante a realização do projeto..... | 67 |
| Tabela 26 - Anomalias no posto 1 das SVE ocorridas durante a realização do projeto | 68 |
| Tabela 27 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 7 antes e após a alteração | 72 |
| Tabela 28 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 11 antes e após a alteração | 72 |
| Tabela 29 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 7 antes e após a alteração sem a peça | 73 |
| Tabela 30 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 11 antes e após a alteração sem a peça | 73 |
| Tabela 31 - Algumas tarefas realizadas pelos operadores na distribuição inicial e a sua duração média | 75 |
| Tabela 32 - Tarefas realizadas pelos operadores após a implementação da primeira redistribuição | 76 |
| Tabela 33 - Eficiência média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores..... | 77 |
| Tabela 34 - Produção média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores..... | 78 |
| Tabela 35 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina após a implementação da primeira redistribuição..... | 79 |
| Tabela 36 - Carga de trabalho para um, dois e três operadores a atender as máquinas que constituem as linhas..... | 80 |
| Tabela 37 - Tarefas realizadas pelos operadores após a implementação da segunda redistribuição | 81 |
| Tabela 38 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina após a implementação da segunda redistribuição | 82 |
| Tabela 39 - Eficiência média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da segunda redistribuição..... | 83 |
| Tabela 40 - Produção média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da segunda redistribuição..... | 83 |
| Tabela 41 - Média do OEE e dos seus fatores nos 2 grupos de linhas (semanas 19 à 21) | 85 |
| Tabela 42 - Comparação da eficiência média nos 2 grupos de linhas no início e no fim deste projeto..... | 85 |
| Tabela 43 - Comparação do OEE médio nos 2 grupos de linhas no início e no fim deste projeto | 86 |
| Tabela 44 - Comparação da produção média das linhas no início e no fim deste projeto | 86 |

Lista de Siglas e Acrónimos

EE3D – Escolha Eletrónica com visão artificial 3D

OEE – *Overall Equipment Effectiveness*

SVE – Sistema de Verificação de Estanquicidade

TCA - Tricloroanisol

TMC – *Toyota Motor Company*

TPM – *Total Productive Maintenance*

TPS – *Toyota Production System*

1. Introdução

1.1. Contextualização

No Mundo atual, globalizado e cada vez mais competitivo, é uma obrigação para os gestores garantir a sobrevivência das empresas e, simultaneamente, aumentar a sua vantagem competitiva. Os clientes, cada vez mais, exigem produtos de elevada qualidade, preços competitivos e entregas atempadas. Perante isto, as empresas sentiram-se obrigadas a procurar novas abordagens para conseguirem corresponder perfeitamente às expectativas dos clientes (Willmott & McCarthy, 2001).

O *Lean Thinking* é uma filosofia utilizada nos mais variados contextos organizacionais que permite às empresas eliminar todos os tipos de desperdícios existentes na sua cadeia de valor. Entende-se por desperdícios todas as atividades que não acrescentam valor na ótica do cliente. A eliminação dos desperdícios nas organizações permite reduzir os custos associados à produção dos produtos e, conseqüentemente, corresponder às expectativas dos clientes (Womack & Jones, 2003).

Com o aumento da automatização dos processos produtivos, com conseqüente redução da mão-de-obra, as máquinas e os equipamentos passam a ser os ativos com maior relevância nas organizações já que as suas condições influenciam não só a produtividade, mas também os custos, a qualidade e as entregas atempadas aos clientes (Nakajima, 1988).

No entanto, a gestão das empresas muitas vezes comete o erro de recorrer apenas a indicadores de natureza económico-financeira no momento de analisar a sua posição competitiva, esquecendo-se de indicadores representativos do desempenho da atividade produtiva e das operações, quando essas atividades são as principais responsáveis pela competitividade e pelos resultados económicos obtidos. Assim, nas empresas cuja produção dependa essencialmente do bom desempenho dos equipamentos, é fulcral identificar indicadores que permitam monitorizá-lo (Silva, 2009).

A Eficácia Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness* - OEE) é uma métrica *Lean* que surgiu na metodologia TPM (*Total Productive Maintenance*) que permite às empresas analisar a sua real situação através da identificação de todas as perdas relacionadas com os equipamentos e da avaliação da capacidade de produção dos mesmos (Nakajima, 1988; Stamatis, 2010).

Todas as perdas identificadas nos equipamentos estão relacionadas com um dos três fatores que constituem o OEE: disponibilidade, eficiência e qualidade. Desta forma, a maximização da eficácia dos equipamentos é alcançada através do aumento da disponibilidade do equipamento

para produzir e da eficiência durante o seu funcionamento, mas também através da redução da quantidade de produtos obtidos com defeito (Nakajima, 1988).

É neste âmbito que surge o presente projeto resultante do estágio realizado na Amorim & Irmãos, S.A., mais concretamente, na Unidade Industrial de Lamas, a qual se dedica à produção de rolhas de cortiça.

Após uma análise pormenorizada, no início do estágio, ao processo produtivo da empresa acolhedora, na etapa denominada segunda escolha, observou-se que os dois tipos de equipamentos que constituem as onze linhas sofriam variadas paragens que se refletiam de forma negativa na produção diária dessa etapa do processo. Por este motivo, neste projeto será aplicada a métrica OEE com o intuito de avaliar e melhorar o desempenho dos equipamentos da segunda escolha.

1.2. Objetivos do projeto

O presente projeto, a realizar na segunda escolha com recurso à métrica OEE, tem como principal objetivo melhorar a eficácia global dos equipamentos e, conseqüentemente, aumentar a sua produtividade. Para alcançar o objetivo principal será necessário cumprir o seguinte conjunto de objetivos:

- Identificar todas as perdas relacionadas com os equipamentos e associá-las a um dos três fatores que constituem o OEE;
- Avaliar o desempenho atual dos equipamentos através do cálculo do OEE e dos seus fatores;
- Identificar o(s) fator(es) do OEE mais crítico(s);
- Identificar as alterações a colocar em prática assim como as ferramentas mais adequadas para eliminar ou mitigar as perdas associadas ao(s) fator(es) mais crítico(s) com vista à melhoria do OEE.

1.3. Metodologia

Para aplicar a métrica OEE na segunda escolha e alcançar os objetivos supracitados serão executados os seguintes passos:

1. Identificação e revisão da bibliografia de suporte ao desenvolvimento do projeto;
2. Identificação de todas as perdas relacionadas com os equipamentos;
3. Associação de todas as perdas identificadas nos equipamentos a um dos fatores do OEE com o suporte da revisão bibliográfica;
4. Recolha dos dados necessários para analisar a situação atual;

5. Cálculo do OEE e dos seus fatores e identificação do(s) fator(es) mais crítico(s);
6. Identificação de possíveis alterações a colocar em prática e das ferramentas mais adequadas para a melhoria do(s) fator(es) mais crítico(s) e, consequentemente, do OEE;
7. Implementação das alterações identificadas e respetiva monitorização através da recolha contínua dos dados necessários;
8. Verificação do impacto das alterações realizadas através da análise de indicadores fulcrais e respetivas conclusões.

1.4. Estrutura do relatório

O presente relatório encontra-se dividido em cinco capítulos.

O primeiro e presente capítulo apresenta uma breve introdução ao projeto, assim como os objetivos a alcançar e a metodologia para o seu desenvolvimento.

No segundo capítulo encontra-se o enquadramento teórico realizado para suportar a parte prática do projeto. Nesse capítulo, são abordados conceitos com especial relevo para a concretização do projeto nomeadamente o *Lean Thinking*, o *Total Productive Maintenance* (TPM), o *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) e as Ferramentas Básicas da Qualidade, mais especificamente, o fluxograma, o diagrama de pareto e o diagrama de causa-e-efeito.

O terceiro capítulo apresenta a Unidade Industrial de Lamas, empresa onde o presente projeto foi desenvolvido, assim como o seu processo produtivo.

No quarto capítulo é descrito todo o estudo de caso realizado na segunda escolha, uma das etapas do processo produtivo da Unidade Industrial de Lamas.

Por fim, no quinto e último capítulo são discutidas as conclusões e as limitações do projeto realizado. São ainda indicadas algumas sugestões de trabalho futuro.

2. Enquadramento Teórico

2.1. *Toyota Production System ao Lean Thinking*

Após a Segunda Guerra Mundial, o Japão encontrava-se devastado e com a necessidade de reconstruir o país. Como consequência, a *Toyota Motor Company* (TMC) viu-se obrigada a despedir uma grande parte dos seus operadores uma vez que as suas vendas reduziram drasticamente. Enquanto a indústria japonesa apresentava escassez de recursos e baixos níveis de produção, as empresas europeias e norte-americanas desfrutavam de elevados níveis de produtividade (Pinto, 2008; Womack & Jones, 2003; Womack et al., 1990).

Numa fase tão crítica para as empresas japonesas, o engenheiro Taiichi Ohno concluiu que a única forma de a TMC sobreviver passava pelo desenvolvimento de um novo sistema de produção que acompanhasse as mudanças do mercado, satisfazendo os requisitos dos seus consumidores através da variedade de produtos, elevada qualidade e baixo custo. O resultado foi o desenvolvimento do sistema *Toyota Production System* (TPS) pela TMC no final da década de 40 (Pinto, 2008, 2009).

O TPS assenta numa filosofia de melhoria contínua através da eliminação de desperdícios, da prevenção dos erros (poka-yoke), da redução dos custos e do envolvimento e participação de todos os colaboradores. Este sistema de produção não se limita apenas a um conjunto de métodos e ferramentas que permitem a melhoria contínua das organizações, consiste numa cultura empresarial onde todas as partes contribuem como um todo para realizar operações mais eficazes e eficientes, orientando a sua atenção para a satisfação do cliente (Liker, 2004; Pinto, 2009).

A evolução do TPS até ao seu amadurecimento e a introdução de novas práticas e ferramentas como, por exemplo, o serviço ao cliente e a cadeia de valor levaram ao surgimento de uma nova filosofia nos anos 90 denominada *Lean Thinking*. A designação *Lean Thinking* foi utilizada pela primeira vez pelos autores Womack e Jones (1996) numa obra conceituada intitulada com a mesma designação (Pinto, 2008).

Lean Thinking é usado em todo o mundo e em todos os tipos de organizações podendo ser traduzido como “pensamento magro” já que o seu princípio condutor se baseia na utilização de “apenas o necessário, nem mais cedo, nem mais tarde” permitindo a eliminação de todo e qualquer tipo de desperdício (*muda*) ao longo da cadeia de valor. Assim, esta filosofia organizacional conduz à utilização de menos recursos desde esforço humano, equipamentos, tempo, espaço e *stocks* reforçando a qualidade, a flexibilidade e o serviço ao cliente (Pinto, 2008; Womack & Jones, 2003; Womack et al., 1990).

2.1.1. Princípios *Lean Thinking*

Segundo Womack e Jones (2003) existem 5 princípios que resumem a filosofia *Lean Thinking* os quais permitem eliminar os desperdícios existentes e produzir valor para os clientes quando implementados sequencialmente numa organização:

- **Valor:** o ponto de partida para a implementação da filosofia *Lean Thinking* é a definição de valor. Uma vez que é o cliente quem compra o produto ou serviço, é crucial que as organizações entendam e especifiquem o valor do produto ou serviço pelo qual o cliente está disposto a pagar. Esta é a chave para satisfazer as necessidades e expectativas dos clientes de forma atempada, oferecendo maior valor agregado e eliminando qualquer tipo de desperdício;
- **Cadeia de valor:** consiste no conjunto de todas as atividades necessárias para a obtenção de um produto ou serviço. É fulcral identificar a cadeia de valor e eliminar todas as atividades que não acrescentam valor (desperdício) desde a aquisição da matéria-prima até à entrega do produto ou serviço ao cliente final;
- **Fluxo:** após definir o valor e a cadeia de valor é de extrema importância alinhar todas as atividades que criam valor num fluxo contínuo de materiais e informação desde a conceção do produto e/ou serviço até ao cliente final, para evitar a existência de todo o tipo de interrupções desnecessárias na cadeia de valor, eliminando eventuais desperdícios existentes. O estabelecimento de fluxos contínuos permite a redução do *lead time* das organizações;
- **Sistema *pull*:** as organizações com um sistema de produção *pull* deixam que seja o cliente a liderar os processos já que a produção é determinada pela procura. Ao contrário do sistema de produção *push* que empurra os produtos ou serviços para o cliente final na expectativa que estes venham a ser adquiridos, o sistema *pull* permite produzir somente aquilo que é necessário no momento adequado e na quantidade certa para responder eficazmente às necessidades do cliente, reduzindo a existência de *stocks*;
- **Perfeição:** uma vez implementados os princípios anteriores é necessário que as organizações comprometam-se em procurar continuamente os meios ideais para criar valor enquanto os desperdícios são eliminados, estabelecendo uma cultura organizacional de procura contínua pela perfeição.

A implementação destes cinco princípios numa organização vai permitir eliminar os sete desperdícios que serão detalhados seguidamente.

2.1.2. As 7 fontes de desperdício

Desperdício significa todas as atividades realizadas numa organização que não acrescentam valor ao produto ou serviço e pelas quais o cliente não está disposto a pagar (Womack & Jones, 2003). Os japoneses apelidaram essas atividades de *muda*, visto que consomem recursos e tempo desnecessários tornando os produtos ou serviços disponibilizados no mercado mais dispendiosos. O *muda* faz com que as empresas pratiquem preços mais elevados e injustos comparativamente ao valor que entregam ao cliente e, conseqüentemente, percam a sua vantagem competitiva. Na verdade, numa organização, mais de 95% do tempo despendido na realização de atividades alocadas ao produto ou serviço geram desperdício (Pinto, 2009).

Taiichi Ohno e Shigeo Shingo classificaram os desperdícios em sete categorias durante o desenvolvimento do TPS (citado por Pinto, 2009):

- **Excesso de produção:** é o desperdício que requer maior atenção por parte de uma organização visto que conduz a consequências nefastas. Uma organização deve apenas produzir o que é estritamente necessário no momento oportuno, evitando a ocupação desnecessária de recursos, o aumento do consumo de materiais e energia, a compra de materiais desnecessários, *stocks* elevados e a falta de flexibilidade no planeamento;
- **Esperas:** este tipo de desperdício consiste no tempo que os operadores e/ou equipamentos ficam inativos por estarem à espera de qualquer tipo de recurso necessário à realização da sua atividade. Este desperdício impossibilita o fluxo contínuo de materiais e informação pretendido num sistema *Lean*, resultando em longos *lead times*;
- **Transporte e movimentações:** este desperdício resulta de movimentos excessivos de pessoas, materiais ou informação, resultando em consumo desnecessário de capital, tempo e energia (Pinto, 2008). Os transportes e as movimentações desnecessárias podem resultar de *layouts* mal definidos, planeamentos das operações ineficientes, sistemas de transporte poucos flexíveis e postos de trabalho mal-organizados. Os transportes são um desperdício necessário visto que os variados materiais precisam de ser transferidos dentro de uma fábrica, mas as organizações devem adotar metodologias para otimizar o fluxo de transporte e movimentações;
- **Desperdício do próprio processo:** diz respeito aos processos e às operações desnecessários, ou seja, às atividades que não acrescentam valor. A falta de formação dos colaboradores e/ou uniformização pode conduzir a processos ou operações portadores de anomalias que comprometem a qualidade dos produtos, levando ao surgimento de defeitos. Apesar de todos os processos gerarem perdas, estas devem ser eliminadas o máximo possível, o que pode ser conseguido através de, por exemplo, formação dos colaboradores e esforços de automatização;

- **Stocks:** tipo de desperdício resultante do armazenamento de matéria-prima, produtos em curso de fabrico ou acabados por um determinado tempo em quantidades superiores ao necessário para satisfazer a procura. As organizações devem procurar reduzir os seus níveis de *stocks* através de, por exemplo, um melhor planeamento e controlo das operações, fluxos contínuos e estáveis resultantes do nivelamento da produção e implementando o sistema de produção *pull*;
- **Defeitos:** este tipo de desperdício resulta de problemas existentes no processo produtivo, problemas de qualidade do produto final, fraco desempenho na entrega do produto ou até mesmo de eventuais erros dos operadores (Pinto, 2008). Quando os defeitos surgem, a produtividade das organizações diminui e os custos dos produtos e serviços aumentam, já que é necessário elevar o número de inspeções para garantir que os produtos cumprem as especificações de qualidade, evitando que os defeitos passem para o cliente final. Este desperdício também conduz ao aumento dos *stocks* visto que as empresas produzem mais para compensar os produtos com defeito. A eliminação de defeitos pode ser conseguida através da implementação de operações padrão e de dispositivos de deteção de erros, bem como pela construção da qualidade na fonte onde é garantido que cada um faz bem à primeira;
- **Trabalho desnecessário:** desperdício que resulta dos movimentos desnecessários e sem valor acrescentado para a realização das mais variadas operações. Os movimentos podem ser demasiado lentos, rápidos ou até excessivos. Isso pode dever-se, por exemplo, a *layouts* incorretos, operações isoladas ou até mesmo falta de formação dos colaboradores. A chave passa por estabelecer um fluxo contínuo de produção, uniformizar as operações de trabalho e treinar e motivar os operadores.

2.2. Metodologias e Ferramentas *Lean*

Nos próximos subcapítulos serão apresentadas as ferramentas *Lean* relacionadas, direta ou indiretamente, com o desenvolvimento do presente projeto.

2.2.1. *Total Productive Maintenance (TPM)*

O conceito de *Total Productive Maintenance (TPM)*, em português, Manutenção Produtiva Total, foi introduzido por Seiichi Nakajima no início da década de 70. O TPM pode ser definido como uma manutenção produtiva da responsabilidade de todos trabalhadores de uma organização, desde a gestão de topo até aos operadores do *gemba*, através da execução de um pequeno grupo de atividades (McCarthy & Rich, 2004; Nakajima, 1988; The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996; The Productivity Development Team, 1999).

O TPM é a nova direção na produção uma vez que a manutenção das condições ideais de funcionamento dos equipamentos resulta em maior produtividade dos processos produtivos (Hansen, 2001; Nakajima, 1988; Stamatis, 2010). É uma nova abordagem à gestão da manutenção que envolve toda a empresa na melhoria da eficácia e na longevidade dos equipamentos através da eliminação de todas as perdas associadas aos mesmos (The Productivity Development Team, 1999).

As principais características do TPM estão relacionadas com os três significados da palavra “Total” (Nakajima, 1988):

- **Eficácia total** – caracteriza-se pela procura contínua pela eficiência económica ou rentabilidade através da manutenção preditiva (estudo das reais condições de funcionamento do equipamento baseado em parâmetros que informam o seu desgaste) e preventiva;
- **Sistema de manutenção total** – diz respeito à manutenção preventiva e à melhoria dos processos de manutenção através do estabelecimento de um plano de manutenção para toda a vida útil dos equipamentos;
- **Participação total** – característica exclusiva do TPM que enfatiza a participação dos colaboradores de todos os níveis e departamentos da organização.

Nakajima (1988) identificou cinco objetivos a alcançar com a implementação do TPM nas organizações:

- Maximizar a Eficácia Global dos Equipamentos (OEE – *Overall Equipment Effectiveness*);
- Desenvolver um sistema de manutenção preventiva para todo o ciclo de vida útil dos equipamentos com o intuito de alcançar os seguintes objetivos: zero acidentes, zero defeitos e zero falhas;
- Envolver na implementação do TPM todos os departamentos incluindo os que planeiam, projetam, usam e executam a manutenção dos equipamentos;
- Envolver todos os colaboradores da empresa desde a gestão de topo aos operadores do *gemba*;
- Promover o TPM através da gestão da motivação realizando atividades em pequenos grupos autónomos.

No entanto, embora a implementação do TPM dependa da cultura organizacional de cada empresa, existem estratégias básicas para a sua implementação que assentam em oito pilares (The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996; The Productivity Development Team, 1999). Na tabela 1 encontram-se descritos os oito pilares bem como as respetivas atividades a realizar para a correta implementação do TPM.

Tabela 1 - Pilares básicos do TPM (Fonte: The Productivity Development Team, 1999)

| Pilar do TPM | Atividades a realizar |
|---|---|
| Melhoria focalizada nos equipamentos e no processo | <ul style="list-style-type: none"> - Medição de perdas relacionadas com os equipamentos ou o processo - Realização de atividades de melhoria específicas para reduzir as perdas |
| Manutenção autónoma | <ul style="list-style-type: none"> - Envolvimento do operador na limpeza, inspeção e lubrificação regulares do seu equipamento - Instruir o operador sobre o seu equipamento para manter as condições básicas de funcionamento e detetar os primeiros sinais de problemas |
| Manutenção planeada | <ul style="list-style-type: none"> - Combinar manutenção preventiva, preditiva e pró-ativa para evitar perdas - Planear formas de reparar rapidamente falhas nos equipamentos |
| Manutenção da qualidade | <ul style="list-style-type: none"> - Atividades para gerir a qualidade do produto através da manutenção das condições ótimas de funcionamento dos equipamentos |
| Gestão de novos equipamentos | <ul style="list-style-type: none"> - Métodos para diminuir o tempo necessário para colocar novos equipamentos operacionais e fabricar produtos sem defeito |
| Segurança | <ul style="list-style-type: none"> - Formações de segurança - Integração de verificações de segurança, controlos visuais e dispositivos à prova de erros no trabalho diário |
| Investimento em equipamentos e planeamento da prevenção da manutenção | <ul style="list-style-type: none"> - Decisões de compra apoiadas pelos custos de operação e manutenção durante todo o ciclo de vida dos equipamentos |
| Formação de competências | <ul style="list-style-type: none"> - Delinear um programa para desenvolver as competências e o conhecimento dos colaboradores para suportar a implementação do TPM |

Nem todas as estratégias mencionadas são implementadas ao mesmo tempo. Cada empresa, consoante a sua cultura organizacional e a sua situação, desenvolve a sequência de implementação mais adequada (The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996). O sucesso da implementação do TPM não se obtém no imediato uma vez que depende da dimensão da empresa em questão, sendo que geralmente é necessário um período não inferior a 3 anos para que a implementação seja bem-sucedida (Nakajima, 1988).

O objetivo das empresas passa por maximizar o *output* utilizando o mínimo *input* possível. Considera-se como *inputs* os trabalhadores, os equipamentos e os materiais, enquanto que os *outputs*, mais do que simplesmente a quantidade produzida, são a melhoria da qualidade, diminuição dos custos, entregas atempadas, moral mais elevada, melhoria das condições de higiene e segurança e do ambiente de trabalho (Nakajima, 1988).

Com o aumento da automatização dos processos produtivos, com consequente redução da mão de obra, não é exorbitante afirmar que são as máquinas que fabricam os produtos (The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996; Willmott & McCarthy, 2001). Assim, as máquinas e os equipamentos passam a ser os ativos de uma empresa com maior relevância no que diz respeito ao aumento do *output*, e, consequentemente, as suas condições influenciam não só a produtividade, mas também a qualidade, os custos, as entregas atempadas, a moral, a segurança e o ambiente de trabalho (Nakajima, 1988).

Como o objetivo do TPM passa por maximizar a eficácia dos equipamentos e o seu *output*, é necessário que os equipamentos operem nas melhores condições possíveis para evitar a ocorrência de falhas, perdas de velocidade e/ou perdas de qualidade (defeitos) (Nakajima, 1988; Willmott & McCarthy, 2001). Assim, torna-se necessário que as empresas recorram a indicadores de desempenho operacionais para avaliar a sua real situação, detetando as ineficiências existentes para, posteriormente, saberem em que áreas desenvolver melhorias (Nakajima, 1988; Silva, 2009).

No âmbito do TPM é usada a métrica designada Eficácia Global dos Equipamentos (*Overall Equipment Effectiveness* – OEE) para avaliar a capacidade de produção dos equipamentos num dado período de tempo. O OEE permite desvendar problemas de difícil identificação nos processos produtivos e, consequentemente, quantificar os custos escondidos numa fábrica (McCarthy & Rich, 2004; Nakajima, 1988).

2.2.2. Overall Equipment Effectiveness (OEE)

A métrica OEE foi apresentada a primeira vez por Seiichi Nakajima, em 1988, no seu livro intitulado “Introduction to TPM: Total Productive Maintenance” e teve origem na metodologia TPM.

O OEE tem um papel fulcral na maximização da eficácia dos equipamentos por se tratar de uma métrica que gera o resultado da eficácia, mas, essencialmente, por permitir análises mais detalhadas das perdas associadas aos equipamentos através do desdobramento do seu cálculo. Assim, a utilização do OEE permite analisar as reais condições de utilização dos equipamentos, indicando as áreas onde devem ser realizadas melhorias, mas também permite quantificar os impactos das melhorias realizadas nos equipamentos ao longo do tempo (Hansen, 2001; Nakajima, 1988; Stamatis, 2010).

O OEE é um indicador que mede o desempenho dos equipamentos de forma “tridimensional” já que tem em consideração três fatores (figura 1):

- O tempo útil que o equipamento tem para produzir;
- A eficiência demonstrada durante o funcionamento;
- A qualidade dos produtos obtidos.

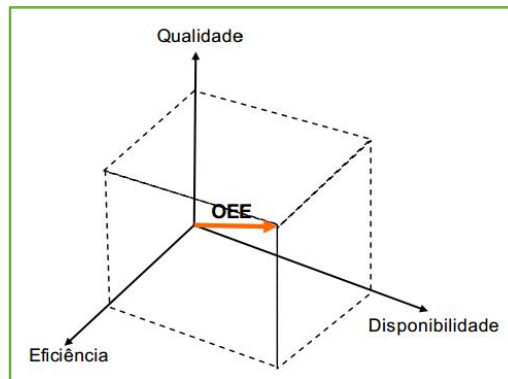


Figura 1 - A tridimensionalidade do OEE (Fonte: Silva, 2009)

Silva (2009) refere que um modo simples de interpretar o conceito OEE é através da definição de máquina perfeita:

“Se durante um determinado período de tempo não existirem perdas de nenhum tipo, isto é, o equipamento esteve sempre apto a produzir quando necessário e produziu sempre produtos sem defeitos à primeira e à velocidade máxima definida, então diz-se que operou com 100% de eficácia global.” (Silva, 2009 – pág. 4/16).

A maximização da eficácia dos equipamentos é alcançada através do aumento da disponibilidade do equipamento para produzir e da eficiência durante o seu funcionamento, mas também através da redução da quantidade de produtos obtidos com defeito (Nakajima, 1988).

Segundo Nakajima (1988), o primeiro passo para alcançar a eficácia global dos equipamentos passa por identificar todas as perdas relacionadas com os mesmos. Desta forma, saberemos quais as ações de melhoria a realizar com o intuito de eliminar as perdas identificadas para obter a máxima eficácia dos equipamentos (Hansen, 2001; Nakajima, 1988; Stamatis, 2010).

O simples funcionamento dos equipamentos origina perdas de produção, as quais têm três origens (Nakajima, 1988):

- Perdas causadas por paragens não planeadas;
- Perdas resultantes pelo facto de o equipamento não operar à velocidade nominal;
- Perdas resultantes de produto não conforme.

A partir destas três origens, Nakajima (1988) definiu as seis grandes perdas dos equipamentos:

1. **Falhas/Avarias** – resulta na indisponibilidade do equipamento durante um determinado período de tempo até que se consiga repor a condição inicial de funcionamento;
2. **Setups e afinações** – associadas a mudanças de produção ou de produtos;
3. **Pequenas paragens/micro paragens** – estas perdas, definidas originalmente pela palavra japonesa *chokotei*, dizem respeito a interrupções nos ciclos dos equipamentos provocadas por quebras intermitentes nas linhas de produção, provocando paragens e arranques constantes nas mesmas. Estas paragens, contrariamente às falhas/avarias, não necessitam de mais de 5 minutos para serem resolvidas, isto é, a sua causa ser encontrada e eliminada pelos operadores;
4. **Redução de velocidade** – caracteriza-se pela diferença entre a velocidade teórica e a velocidade real. Estas perdas provocam uma redução da velocidade de trabalho dos equipamentos, enquanto estes se mantêm em funcionamento, encobrindo as reais causas do problema;
5. **Defeitos/retrabalho** – produção não conforme provocada pelo mau funcionamento dos equipamentos;
6. **Perdas no arranque** – ocorrem nos equipamentos com restrições técnicas na altura do arranque já que obrigam a um determinado período de tempo até à estabilização das condições de produção.

Silva (2009) apresentou uma tabela com exemplos de ocorrências que se podem associar a cada uma das perdas e as suas consequências. The Japan Institute of Plant Maintenance (1996) estabeleceu metas a alcançar em cada um dos seis tipos de perdas. Essa informação encontra-se estruturada na tabela 2.

Tabela 2 - Os diferentes tipos de perdas relacionadas com os equipamentos (Fonte: Silva, 2009; The Japan Institute of Plant Maintenance, 1996)

| Tipos de perdas | Ocorrências | Consequências | Meta a alcançar |
|---------------------------------------|--|---|-----------------|
| 1. Falhas/Avárias | <ul style="list-style-type: none"> - Avaria mecânica ou elétrica - Falha geral do equipamento - Quebra de ferramentas - Paragens não planeadas para intervenções de manutenção - Falhas de energia/utilidades | Reduzem o tempo disponível para o equipamento produzir ou operar | 0 |
| 2. Setups e afinações | <ul style="list-style-type: none"> - Mudança de produto - Aquecimento/arrefecimento para mudança de ferramentas - Substituição de ferramentas de desgaste - Paragens para limpeza - Falta de materiais - Falta de operador | | Minimizar |
| 3. Pequenas paragens (micro paragens) | <ul style="list-style-type: none"> - Limpeza e pequenos ajustes - Obstrução no fluxo de produto a montante ou jusante - Falha na alimentação de materiais - Substituição de ferramentas de desgaste pelo operador - Verificação/regulação de parâmetros | Afetam a eficiência do equipamento, não permitindo que ele funcione no tempo de ciclo nominal | 0 |
| 4. Redução de velocidade | <ul style="list-style-type: none"> - Funcionamento abaixo da velocidade especificada - Funcionamento irregular - Incapacidade do operador em garantir o funcionamento regular | | 0 |
| 5. Defeitos/retrabalho | <ul style="list-style-type: none"> - Sucata - Produto fora da especificação - Retrabalho do produto - Montagem incorreta - Componente incorreto - Falta de componentes | Reduzem a quantidade de produto que cumpre as especificações à primeira | 0 |
| 6. Perdas no arranque | <ul style="list-style-type: none"> - Sucata - Produto fora de especificação - Retrabalho do produto | | Minimizar |

No conceito das seis grandes perdas definidas por Nakajima não são consideradas as paragens planeadas dos equipamentos como, por exemplo, paragens para manutenção, refeições, formação dos operadores, reuniões entre outras. No entanto, muitas empresas optam por considerar algumas dessas paragens planeadas dentro das seis grandes perdas, nomeadamente as intervenções de manutenção planeada, fazendo com que influenciem o OEE. Essa decisão prende-se com o facto de não quererem perder o foco nesse tipo de paragens, no sentido de reduzir a sua duração (Silva, 2009; The Productivity Development Team, 1999).

2.2.2.1. Fatores do OEE

Do mesmo modo que as perdas de produção relacionadas com os equipamentos têm três origens, o OEE é composto por três fatores representativos dessas três origens: disponibilidade, eficiência e qualidade (Nakajima, 1988; Silva, 2009; Stamatis, 2010). Como se pode verificar pela figura 2, cada uma das seis grandes perdas definidas por Nakajima está relacionada com um dos três fatores do OEE.

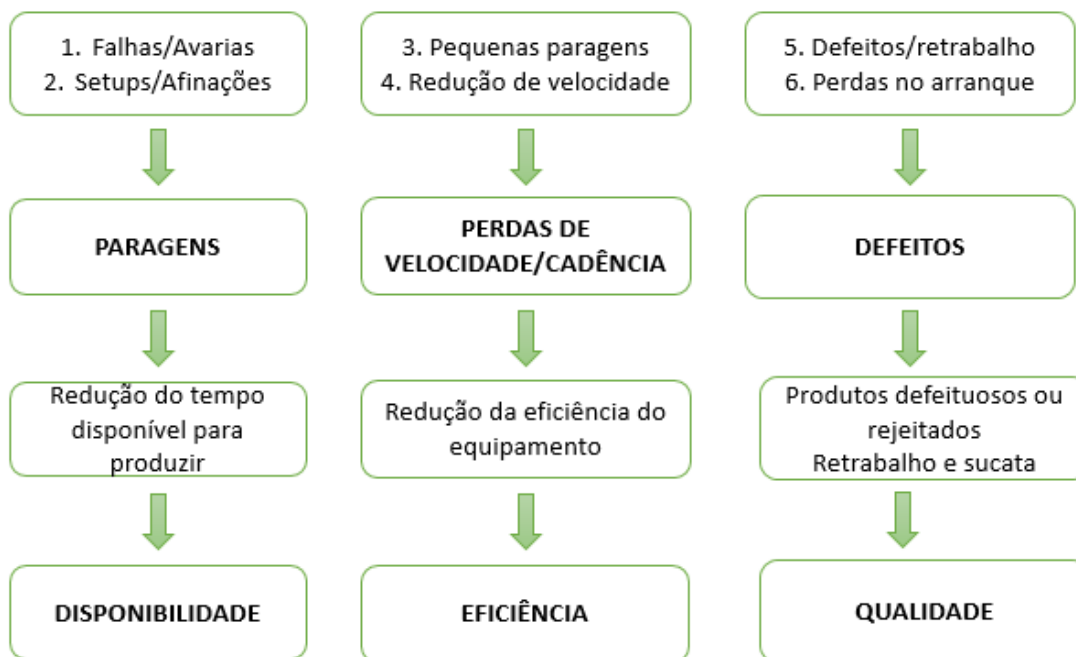


Figura 2 - Relação entre as seis grandes perdas e os fatores do OEE (Fonte: Silva, 2009)

Mais importante que o valor do OEE, são os valores obtidos para cada um dos três fatores que o constituem, uma vez que a partir da análise dos mesmos é possível identificar os pontos fracos existentes no processo produtivo onde têm que ocorrer melhorias (Nakajima, 1988; Stamatis, 2010).

A figura 3 mostra como as perdas de disponibilidade, de eficiência e de qualidade contribuem para reduzir a quantidade de produção conforme que os equipamentos produzem.

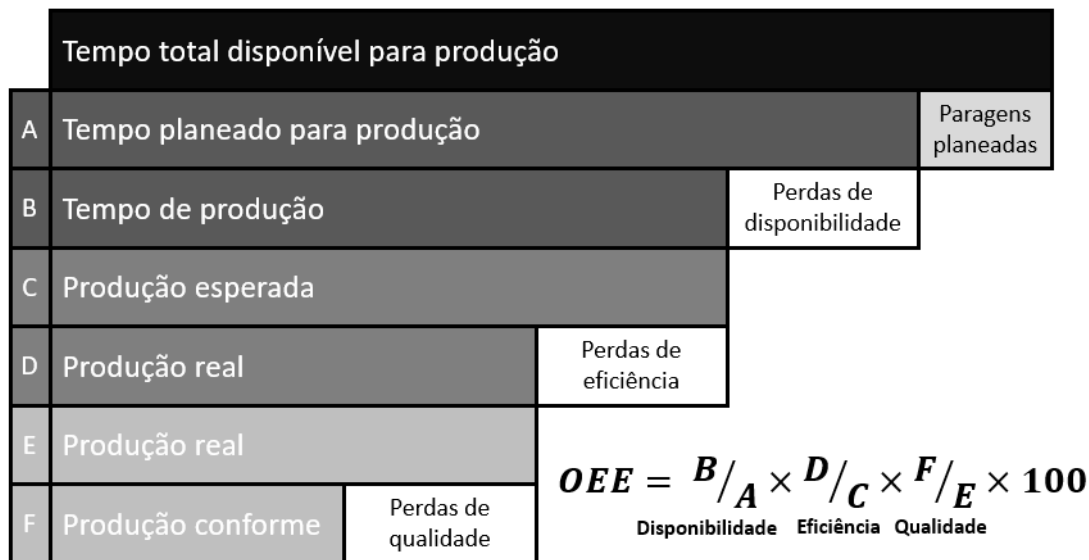


Figura 3 - Os fatores do OEE e as perdas relacionadas com os equipamentos (Fonte: The Productivity Development Team, 1999)

A disponibilidade diz respeito à quantidade de tempo que o equipamento esteve disponível para produzir. Da subtração das paragens planeadas ao tempo total disponível para produção obtém-se o tempo planeado para produção. No entanto, durante o funcionamento do equipamento ocorrem perdas de disponibilidade. Subtraindo-se o tempo associado às perdas de disponibilidade ao tempo planeado para produção, obtém-se o tempo de produção. Este fator é calculado da seguinte forma:

$$Disponibilidade = \frac{Tempo\ de\ produção}{Tempo\ planeado\ para\ produção} \quad (1)$$

A eficiência está relacionada com o desempenho do equipamento relativamente ao esperado. O equipamento pode produzir a quantidade esperada se durante o tempo de produção funcionar sempre à velocidade nominal. No entanto, ocorrem perdas de eficiência que não permitem que o equipamento funcione à velocidade nominal e, consequentemente, a produção real é inferior à produção esperada. A eficiência é calculada da seguinte forma:

$$Eficiência = \frac{Produção\ real}{Produção\ esperada} \quad (2)$$

A qualidade faz alusão à quantidade de produtos que cumpre as especificações de qualidade estabelecidas à primeira. Da produção real, a maior parte diz respeito a produção conforme. Mas, normalmente, alguma produção fica aquém da qualidade especificada e tem que ser rejeitada ou retrabalhada (perdas de qualidade). Este fator calcula-se da seguinte forma:

$$Qualidade = \frac{Produção\ conforme}{Produção\ real} \quad (3)$$

Como se pode verificar na figura 3, o OEE resulta da multiplicação dos três fatores descritos anteriormente.

Antes da existência do indicador OEE apenas a disponibilidade era considerada na utilização dos equipamentos, não sendo consideradas outras características fulcrais, o que fazia com que se sobredimensionasse a capacidade dos equipamentos (Ljungberg, 1998; Nakajima, 1988).

Apesar de ser necessário as empresas terem a ambição de elevar todos os dias o OEE dos seus equipamentos, muitos autores apresentam valores de referência, ainda que não haja uniformidade entre eles (Dal et al., 2000). Nakajima (1988) baseando-se em resultados obtidos por empresas consideradas de excelência, sugere que os valores ideais para os três fatores e para o OEE são:

- Disponibilidade – 90%
- Eficiência – 95%
- Qualidade – 99%
- OEE – 85%

Ljungberg (1998), num estudo realizado por si que englobou 25 equipamentos de uma empresa, obteve para o fator de eficiência um valor médio de 68%, sendo que apenas um equipamento alcançou o valor de 95% estabelecido por Nakajima (1988). Em relação ao fator de qualidade, o valor médio obtido foi de 99%, o que corresponde ao valor objetivo segundo Nakajima (1988). Já para o fator de disponibilidade foi obtido um valor médio de 80%, o qual é significativamente mais baixo que os 90% sugeridos por Nakajima (1988), o que impossibilita, à partida, a obtenção de um valor de OEE de 85%.

Segundo Dal et al. (2000), torna-se difícil estabelecer um valor ideal para o OEE devido aos ambientes distintos em que as empresas operam e às normas que estão estabelecidas.

2.2.2.2. OEE aplicado a uma linha de produção

Uma importante limitação da métrica OEE consiste no facto de medir a eficácia de um equipamento individual instalado numa fábrica, uma vez que os equipamentos geralmente não operam de forma isolada mas em conjunto numa linha de produção, influenciando-se mutuamente. Nesses casos, para refletir a realidade do sistema e melhorar o seu desempenho como um todo, é necessário calcular o OEE da linha de produção em detrimento da abordagem tradicional para o cálculo do OEE dos equipamento individuais (Braglia et al., 2008).

Robinson (2004), citado por Braglia et al. (2008), apresentou uma abordagem para obter uma avaliação aproximada da eficácia de uma linha. Segundo o autor, uma vez que a cadência da linha é determinada pela máquina gargalo, a disponibilidade e a eficiência da linha coincidem com a disponibilidade e a eficiência do gargalo. Quanto aos defeitos de qualidade, os defeitos a montante da máquina gargalo afetam o *output* da linha apenas se isso resultar na *starvation*¹ do gargalo. Já os defeitos de qualidade que ocorrem a jusante do gargalo afetam o *output* potencial da linha e devem ser considerados no cálculo do fator de qualidade da linha.

As fórmulas sugeridas pelo autor para calcular os fatores do OEE da linha são as seguintes:

$$\text{Disponibilidade da linha} = \text{Disponibilidade do recurso gargalo} \quad (4)$$

$$\text{Eficiência da linha} = \text{Eficiência do recurso gargalo} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} \text{Qualidade da linha} = \\ \frac{\text{Produção total do gargalo} - \text{Número total de defeitos a jusante do gargalo}}{\text{Produção total do gargalo}} \end{aligned} \quad (6)$$

2.2.2.3. Estratégias para a melhoria do OEE

A melhoria do OEE é um processo contínuo que, frequentemente, está enquadrado nos programas de Manutenção Produtiva Total (TPM) ou na implementação de conceitos *Lean* na gestão das unidades produtivas (Silva, 2009).

¹ *Starvation* – a máquina não produz devido a uma falha na alimentação causada por falhas de máquinas precedentes (Härte, 1997).

A partir da análise do indicador OEE e, principalmente, dos seus fatores, é possível tomar decisões sobre as ações corretivas e de melhoria a executar, sendo dada prioridade às ações que trarão maiores e mais rápidos resultados. É possível ainda acompanhar os impactos das ações realizadas através da evolução positiva do OEE e dos seus fatores (Silva, 2009).

Assim, após a análise do OEE e dos seus fatores, é crucial definir estratégias que permitam eliminar ou mitigar as perdas associadas a cada um dos fatores. As estratégias a adotar podem ser de dois tipos dependendo dos objetivos pretendidos e dos prazos para as obter. A tabela 3 indica estratégias a adotar para eliminar ou mitigar cada uma das seis grandes perdas, assim como algumas ferramentas associadas ao *Lean* e à Gestão da Qualidade aplicáveis a cada caso (Silva, 2009).

Tabela 3 - Estratégias a adotar para a melhoria do indicador OEE (Fonte: Silva, 2009)

| Fatores do OEE | Seis Grandes Perdas | Estratégias de Eliminação/ Redução | Estratégias de Prevenção | Ferramentas Aplicáveis |
|-----------------|---------------------|--|--|--|
| Disponibilidade | 1. Falhas/Avarias | <ul style="list-style-type: none"> - Reparar rápida e eficazmente - Detetar e corrigir as causas das avarias | <ul style="list-style-type: none"> - Manutenção preventiva - Manutenção preditiva - Manutenção autónoma - Manutenção centrada na fiabilidade | <ul style="list-style-type: none"> - 5S - FTA – Análise da árvore de falhas - Diagrama de Ishikawa |
| | 2. Setups/Afinações | <ul style="list-style-type: none"> - Reduzir o tempo de mudança | <ul style="list-style-type: none"> - Conceber ou alterar equipamentos incorporando técnicas SMED - Equipamentos monoproducto (sem necessidade de mudança) | <ul style="list-style-type: none"> - SMED - <i>Poka-Yoke</i> - Gestão Visual - Sistemas no local da utilização - Lições de tema único - Trabalho padronizado |

| | | | | |
|------------|---------------------------------------|---|--|--|
| Eficiência | 3. Pequenas paragens (micro paragens) | - Eliminação das pequenas paragens | <ul style="list-style-type: none"> - Manutenção centrada na fiabilidade - Automação - Autonomia - Modificar equipamentos para alimentação contínua | <ul style="list-style-type: none"> - 5S - FTA – Análise da árvore de falhas - Análise P-M - <i>Kaizen</i> - Diagrama de Ishikawa - Formação e treino - Lições de tema único - Trabalho padronizado - Diagrama de Pareto |
| | 4. Redução de velocidade | -Balanceamento das linhas de produção | <ul style="list-style-type: none"> - Engenharia da fiabilidade | <ul style="list-style-type: none"> - 5S - FTA – Análise da árvore de falhas - <i>Kaizen</i> |
| Qualidade | 5. Defeitos/Retrabalho | - Detetar e corrigir as causas dos problemas de qualidade | <ul style="list-style-type: none"> - Manutenção da qualidade - Ações preventivas - Autonomia | <ul style="list-style-type: none"> - CEP – Controlo estatístico do processo e do produto - Qualidade na origem - Seis Sigma - <i>Poka-Yoke</i> - Trabalho padronizado - <i>Kaizen</i> |
| | 6. Perdas no arranque | - Detetar e corrigir as causas das perdas | <ul style="list-style-type: none"> - Estudar e implementar as condições ideais de arranque - Modificar equipamentos e ferramentas | <ul style="list-style-type: none"> - SMED - Formação e treino - Lições de tema único - Trabalho padronizado - <i>Kaizen</i> |

2.3. Ferramentas Básicas da Qualidade

Durante o século XX foram desenvolvidas as ferramentas básicas da qualidade. Embora sejam bastante simples, a sua utilização tem-se revelado altamente eficaz na resolução estruturada dos mais variados problemas, permitindo melhorar continuamente o desempenho das indústrias e das organizações orientadas para a prestação de serviços (Pereira & Requeijo, 2008).

Segundo Pereira e Requeijo (2008), a resolução estruturada de problemas é constituída por três fases:

- **Identificação do problema:** definição, descrição e caracterização do problema;
- **Análise do problema:** identificação de todas as causas potenciais do problema e seleção das causas prioritárias;
- **Resolução do problema:** desenvolvimento, implementação e monitorização da melhor solução.

As ferramentas básicas da qualidade usadas para a resolução de problemas são (Pereira & Requeijo, 2008):

1. Fluxograma;
2. Folha de verificação;
3. Histograma;
4. Diagrama de Pareto;
5. Diagrama de causa-e-efeito;
6. Diagrama de dispersão;
7. Cartas de controlo.

As sete ferramentas básicas da qualidade mencionadas anteriormente têm finalidades distintas. Por esse motivo, em cada fase da resolução de um problema podem ser aplicadas várias dessas ferramentas (Pereira & Requeijo, 2008).

Na figura 4 é possível verificar qual a fase em que cada uma das sete ferramentas pode ser aplicada.

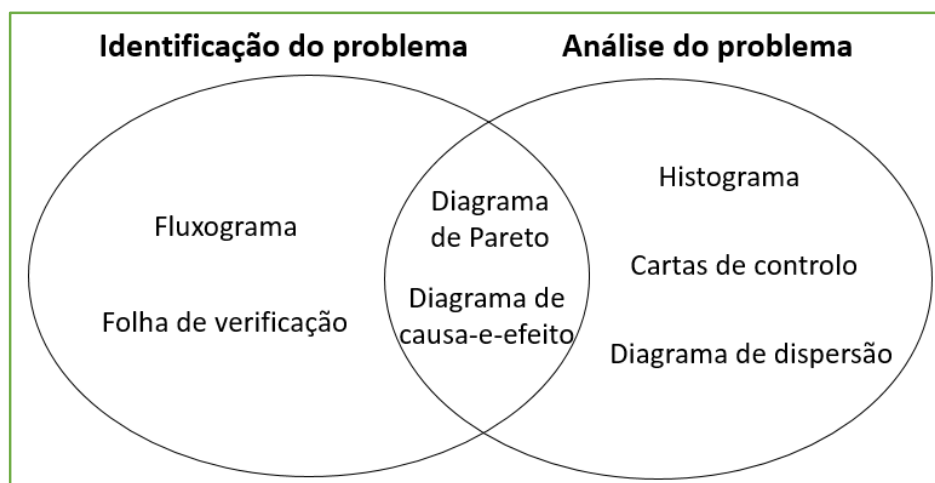


Figura 4 - O uso das sete ferramentas básicas da qualidade na identificação e análise de problemas (Fonte: Soković et al., 2009)

Nos próximos subcapítulos serão descritas as ferramentas básicas da qualidade utilizadas no âmbito do presente projeto: o fluxograma, o diagrama de Pareto e o diagrama de causa-e-efeito. Realça-se que as duas últimas ferramentas salientadas serão utilizadas com o intuito de melhorar o indicador OEE.

2.3.1. Fluxograma

O fluxograma é uma das primeiras ferramentas a utilizar quando se pretende estudar um processo. É fulcral que os colaboradores de uma organização conheçam os processos que estão sob a sua responsabilidade, pois só assim podem contribuir para a melhoria contínua dos mesmos (Pereira & Requeijo, 2008).

Esta ferramenta ilustra as várias etapas, ordenadas sequencialmente, que contribuem para a obtenção de um determinado produto, sendo este entendido como um resultado tangível ou intangível de um processo (Pereira & Requeijo, 2008). A simbologia utilizada na construção do fluxograma é de carácter universal, a qual se pode observar na figura 5.

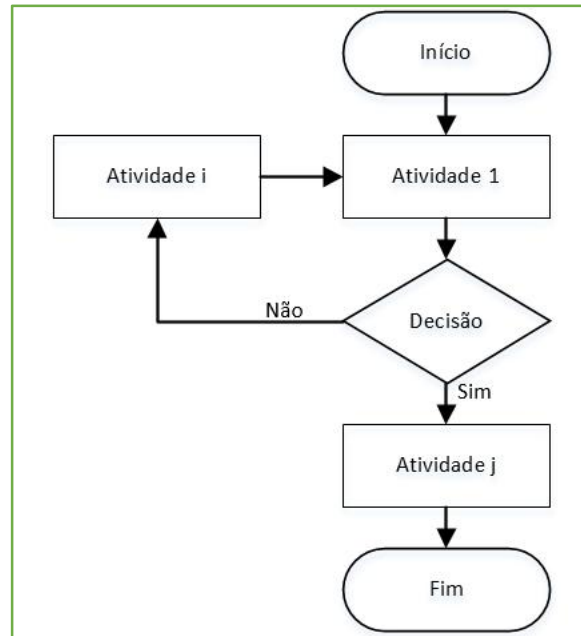


Figura 5 - Representação de um fluxograma (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)

2.3.2. Diagrama de Pareto

Esta ferramenta baseia-se no princípio de Pareto, desenvolvido pelo economista italiano Vilfredo Pareto, o qual constatou que apenas um número reduzido de pessoas continha grande parte da riqueza existente (Pereira & Requeijo, 2008).

Mais tarde, Joseph Juran adaptou esse princípio à Gestão da Qualidade, considerando que, genericamente, 80% dos problemas detetados nos processos produtivos são causados por 20% das causas passíveis de os provocar. O princípio de Pareto, além de postular que aproximadamente 20% das causas originam cerca de 80% dos problemas (Classe A – grande relevância), alude também que 30% das causas seguintes são responsáveis por 15% dos problemas (Classe B – média relevância) e as restantes 50% são responsáveis por apenas 5% (Classe C – pequena relevância) (Pereira & Requeijo, 2008).

O diagrama de Pareto tem o aspeto de um gráfico de frequências e a partir da sua análise é possível identificar a contribuição relativa de cada causa para o problema em questão, as quais são colocadas por ordem decrescente de influência ou ocorrência (figura 6).

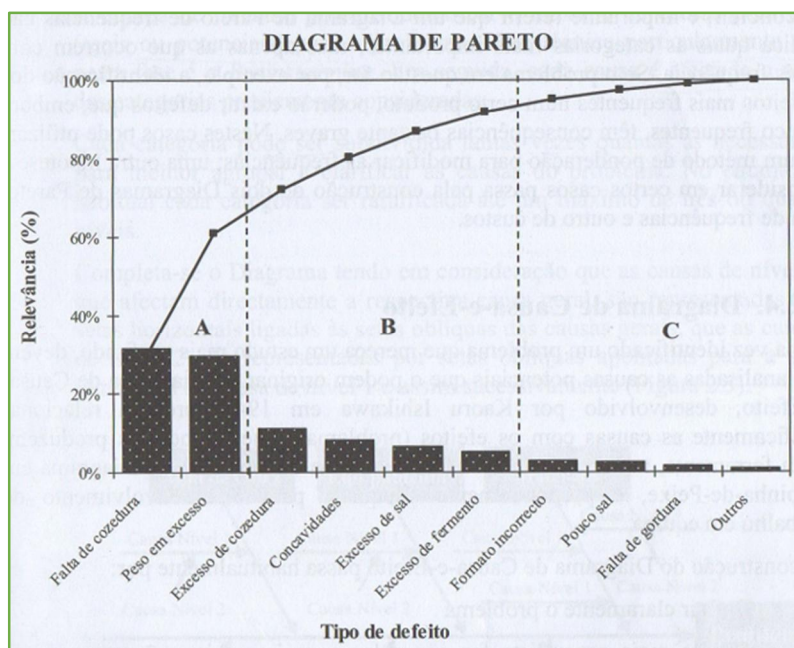


Figura 6 - Exemplo de diagrama de Pareto (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)

Estando definido o problema a analisar, o diagrama de Pareto é construído de acordo com os seguintes passos (Pereira & Requeijo, 2008):

- Definir os dados a recolher, bem como o período de recolha;
- Recolher os dados;
- Classificar os dados obtidos em categorias e quantificar cada uma delas;
- Calcular a percentagem relativa de cada categoria;
- Ordenar as percentagens obtidas por ordem decrescente de valor;
- Representar num gráfico de barras as categorias (eixo horizontal) e as respetivas percentagens relativas (eixo vertical);
- Desenhar a curva dos valores acumulados das frequências.

Recorrendo a esta ferramenta básica da qualidade, é possível observar facilmente quais são as causas mais determinantes na ocorrência de um determinado problema, o que permite estabelecer prioridades de atuação, evitando a realização de esforços de melhoria no combate a causas que não têm grande relevância na manifestação do problema (Pereira & Requeijo, 2008).

2.3.3. Diagrama de causa-e-efeito

O diagrama de causa-e-efeito, também conhecido como diagrama de Ishikawa ou diagrama em espinha de peixe, foi desenvolvido por Kaoru Ishikawa em 1943.

Após a identificação de um problema que necessite de um estudo profundo, é crucial identificar todas as causas potenciais que o podem originar. O diagrama de causa-e-efeito relaciona, graficamente, as causas com os problemas (efeitos) que as mesmas provocam (Pereira & Requeijo, 2008), como se pode observar na figura 7.

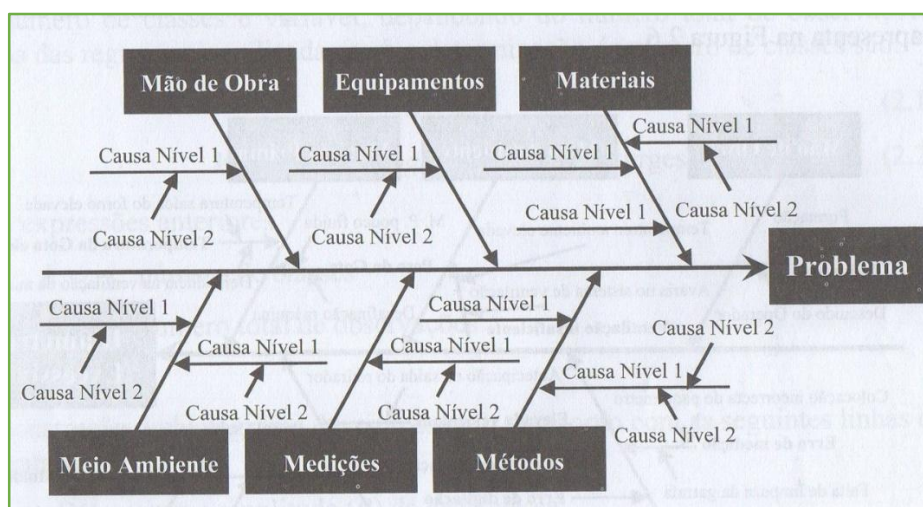


Figura 7 - Diagrama de causa-e-efeito (Fonte: Pereira & Requeijo, 2008)

A construção do diagrama de causa-e-efeito inclui os seguintes passos (Pereira & Requeijo, 2008):

- **Definir claramente o problema**

A equipa de trabalho deve definir com exatidão um título para o problema ou efeito, pois quanto mais generalista for o problema, mais gerais serão as causas e mais complicadas serão a análise e a resolução do problema. Após a definição do problema, traça-se uma linha horizontal central e descreve-se o problema (efeito), sem qualquer ambiguidade, à direita do diagrama.

- **Identificar as causas do problema**

As causas que originam um determinado problema podem ser classificadas a vários níveis. O número de níveis vai depender do detalhe da análise efetuada pela equipa.

As causas gerais ou principais têm influência direta no problema que se pretende resolver. Em contextos produtivos normalmente consideram-se seis categorias de causas gerais (6 M) que se têm revelado apropriadas à maioria dos problemas: mão de obra, máquinas, materiais, meio ambiente, medições e métodos. Contudo, esta definição de categorias não é obrigatória ficando ao cargo da equipa estabelecer as classificações que melhor se adaptem à situação. As categorias identificadas são representadas por setas oblíquas que convergem para o eixo horizontal do diagrama.

Posteriormente, a equipa identifica o máximo de causas possíveis (reais ou potenciais) para o problema através do uso da técnica de *Brainstorming*. Seguidamente, as causas identificadas são afetadas às categorias consideradas.

Cada categoria pode ser subdividida as vezes que forem necessárias para clarificar as causas do problema. No entanto, é comum cada categoria ser ramificada, no máximo, até três ou quatro níveis. As causas de nível 1, que influenciam diretamente a respetiva causa geral, são representadas por setas horizontais ligadas às setas oblíquas das causas gerais, as causas de nível 2 são representadas por setas oblíquas apontadas para a seta horizontal da causa de nível 1 e assim sucessivamente (figura 7).

- **Selecionar as causas mais prováveis**

Após a conclusão do diagrama, selecionam-se as causas que terão maior probabilidade de estar na origem do problema.

- **Definir e implementar ações corretivas**

Neste passo, são definidas as ações necessárias para eliminar as causas do problema, identificam-se os responsáveis pela implementação e estabelecem-se os prazos para a sua execução.

- **Avaliar a eficácia das ações implementadas**

Por fim, é avaliada a eficácia das ações implementadas e divulgam-se os resultados obtidos.

3. Amorim & Irmãos, S.A. – Unidade Industrial Lamas

3.1. Breve apresentação

A Corticeira Amorim começou a sua atividade em 1870 com a fundação de uma pequena fábrica de produção manual de rolhas de cortiça para o Vinho do Porto, no cais de Vila Nova de Gaia.

Mais tarde, a 11 de março de 1922, foi constituída a empresa Amorim & Irmãos, Lda., em Santa Maria de Lamas, com um capital social de, aproximadamente, 90 mil escudos. A Amorim & Irmãos, Lda. deu origem ao universo de empresas que é hoje o Grupo Amorim.

A Corticeira Amorim é atualmente líder mundial no setor da cortiça e encontra-se organizada em cinco unidades de negócio: Matérias-Primas, Rolhas, Aglomerados Compósitos, Revestimentos e Isolamentos (figura 8).

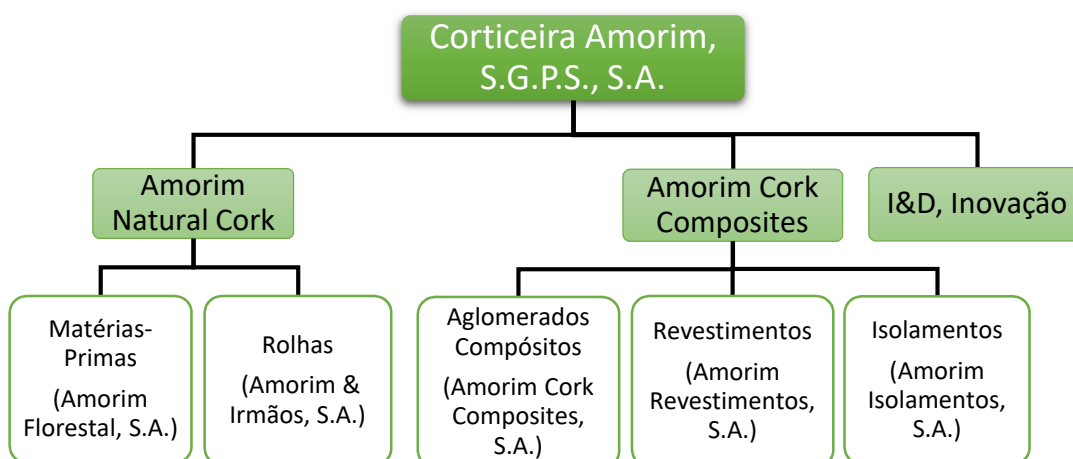


Figura 8 - Unidades de Negócio da Corticeira Amorim (Fonte: Amorim & Irmãos, S.A., 2015)

A Unidade de Negócio Rolhas designa-se Amorim & Irmãos, S.A. e é a maior produtora e fornecedora de rolhas de cortiça a nível mundial, registando uma produção anual de mais de 4 000 000 000 de rolhas, o que lhe confere 35% da quota do mercado global da cortiça (Amorim & Irmãos, S.A., 2015).

A missão, visão e os valores da Corticeira Amorim são extensíveis à Amorim & Irmãos, S.A., os quais se encontram na figura 9.

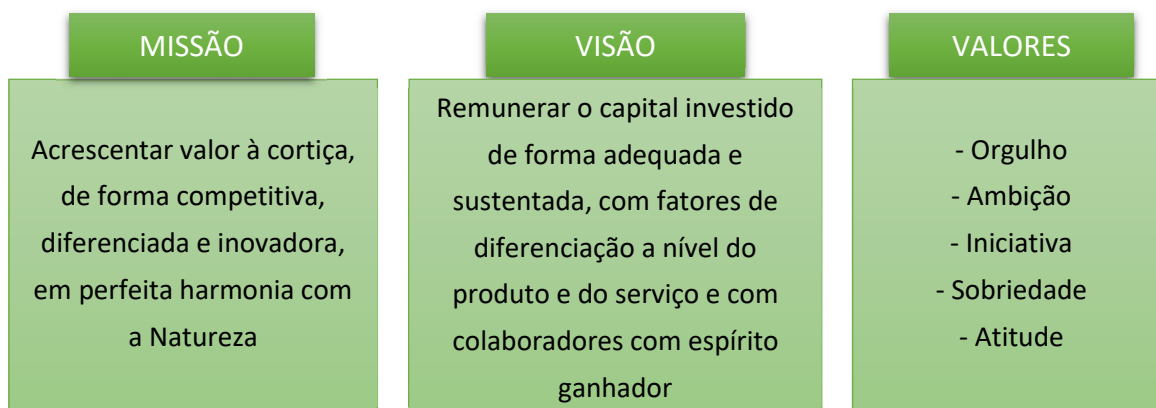


Figura 9 - Missão, visão e valores da Amorim & Irmãos, S.A.

A Amorim & Irmãos, S.A. contém 8 Unidades Industriais em Portugal, as quais são responsáveis pela produção e distribuição dos vários tipos de rolhas. Na tabela 4 encontram-se as Unidades Industriais da Amorim & Irmãos, S.A. bem como as atividades executadas pelas mesmas. No anexo A é possível visualizar os vários produtos da Amorim & Irmãos, S.A..

Tabela 4 - Atividades das Unidades Industriais da Amorim & Irmãos, S.A. (Fonte: Amorim & Irmãos, S.A., 2015)

| Unidade Industrial | Atividade |
|---------------------------|---|
| Lamas | Produção de rolhas de cortiça naturais, colmatadas e acquamark |
| Amorim Distribuição | Acabamento de rolhas de cortiça naturais, acquamark, colmatadas, advantec colors, helix, advantec, aglomeradas, neutrocork e twin top |
| Champcork | Produção de rolhas de champanhe (spark) |
| Raro | Produção de rolhas capsuladas e especialidades (top series) |
| Vasconcelos & Lyncke (VL) | Acabamento de rolhas de cortiça natural, acquamark, colmatadas, advantec, aglomeradas, neutrocork e twin top |
| Portocork | Marcação e tratamento de rolhas de cortiça naturais, colmatadas, aglomeradas, twin top, neutrocork, acquamark e advantec |
| De Sousa | Produção de rolhas neutrocork e helix |
| Equipar | Produção de rolhas twin top, aglomeradas, advantec e advantec colors |

O presente projeto foi realizado na Unidade Industrial de Lamas, em Santa Maria de Lamas, a qual se dedica à produção de três tipos de rolhas: naturais, acquamark e colmatadas. A classificação das rolhas de cortiça é feita de acordo com o seu calibre (comprimento x diâmetro) e a sua classe (qualidade).

Seguidamente, será apresentado o processo produtivo da rolha natural dado que foi com este tipo de rolha que se lidou ao longo de todo o projeto.

3.2. Processo produtivo das rolhas naturais

O fluxograma do processo produtivo das rolhas naturais está representado na figura 10. No anexo B encontram-se detalhadas as várias etapas que constituem o processo produtivo.

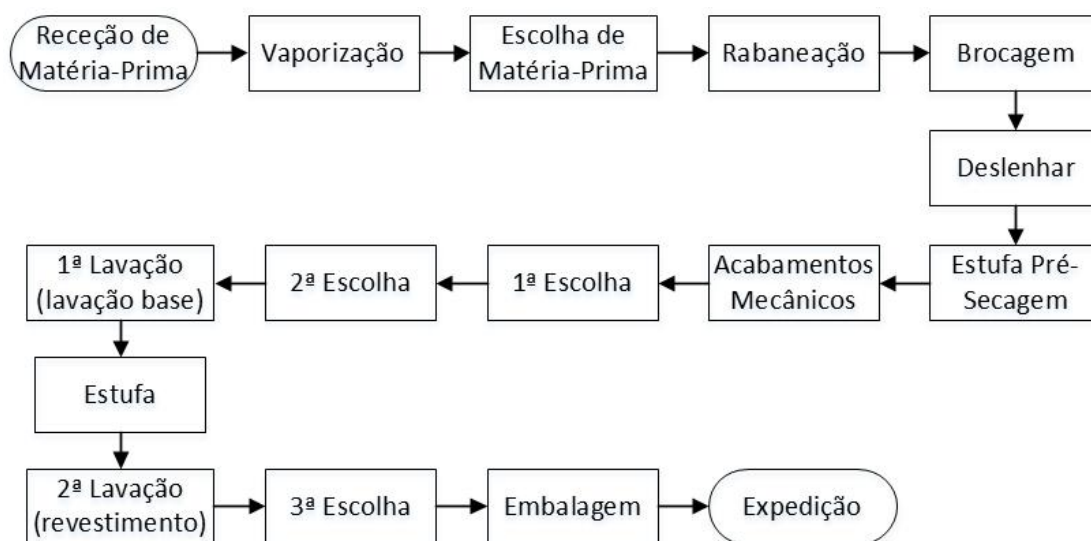


Figura 10 - Fluxograma do processo produtivo das rolhas naturais

4. Estudo de Caso no Processo de Segunda Escolha

4.1. Enquadramento e descrição do problema

Na etapa do processo intitulada segunda escolha existem 11 linhas que são constituídas por dois tipos de equipamentos. No início de cada linha encontra-se a máquina eletrónica designada por Sistema de Verificação de Estanquicidade (SVE) e a jusante a máquina de escolha eletrónica com visão artificial 3D (EE3D).

Primeiramente, na máquina SVE, as rolhas são submetidas a um teste físico-mecânico de forma a averiguar se as mesmas apresentam as condições necessárias para a vedação. Se as rolhas vedarem, seguem para a máquina EE3D.

Na máquina EE3D ocorre uma leitura ótica tridimensional em que é feita a análise da porosidade das rolhas. Após a realização da análise, as rolhas são selecionadas em classes comerciais (Flor Topo Espelho, Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º), sendo também retiradas as rolhas defeituosas.

Na segunda escolha existem 3 operadores. Inicialmente, as 11 linhas encontravam-se distribuídas pelos 3 operadores, isto é, existiam três grupos de linhas: um operador tinha a seu cargo as linhas 1 à 4, outro as linhas 5 à 7 e o terceiro as linhas 8 à 11 (figura 11). Os operadores realizavam todas as tarefas necessárias ao bom funcionamento do setor, as quais se encontram detalhadas na tabela 5.

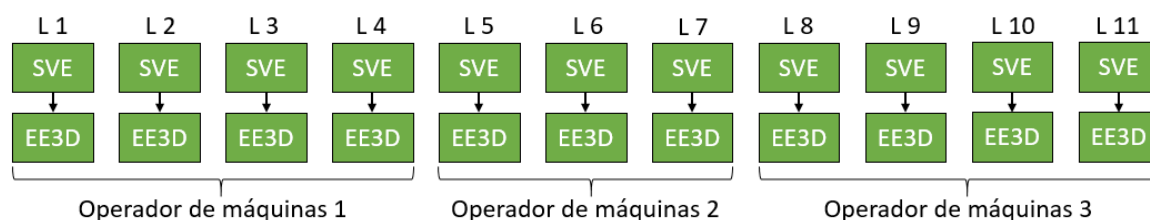


Figura 11 - Distribuição inicial das onze linhas pelos três operadores da segunda escolha

Tabela 5 - Tarefas realizadas pelos operadores na distribuição inicial

| Nº | Descrição da tarefa |
|----|--|
| 1 | Atender as máquinas que constituem as linhas quando ocorre uma paragem |
| 2 | Preencher a folha de registo de produção e paragens |
| 3 | Realizar o autocontrolo visual a todas as saídas das máquinas EE3D |
| 4 | Realizar a limpeza das máquinas que constituem as linhas |
| 5 | Realizar os <i>setups</i> |
| 6 | Trocar os meios de armazenamentos cheios por vazios quando necessário |
| 7 | Movimentar os meios de armazenamento cheios para o local adequado e fazer o respetivo registo no PPAI ² |

Numa primeira fase do projeto foram analisadas pormenorizadamente todas as etapas do processo produtivo. Após se observar diretamente o funcionamento da etapa do processo produtivo intitulada segunda escolha, percebeu-se que ocorriam paragens constantes nas linhas que se repercutiam na produção total diária desta operação, a qual era significativamente mais reduzida do que a esperada. Como a produtividade desta etapa está claramente dependente do bom desempenho dos equipamentos que constituem as linhas, torna-se fulcral adotar indicadores que permitam monitorizá-lo. É neste contexto que surge a oportunidade de aplicar a métrica designada *Overall Equipment Effectiveness* (OEE) para medir a eficácia global dos equipamentos e assim delinear as ações corretas para melhorar o desempenho dos mesmos.

É importante salientar que todos os dados recolhidos ao longo deste projeto foram armazenados num ficheiro Excel para posteriormente serem tratados e todas as análises descritas foram realizadas com recurso a essa ferramenta.

4.2. Identificação do recurso gargalo das linhas

Uma vez que não existe *stock* intermédio significativo nas linhas da segunda escolha, a SVE e a EE3D influenciam-se mutuamente quando sofrem uma paragem. Por este motivo, considerou-se a abordagem apresentada no enquadramento teórico para o cálculo do OEE de uma linha de produção em detrimento da abordagem tradicional para o cálculo do OEE de cada equipamento individual, já que as duas máquinas não são independentes, operando em grupo na linha.

² PPAI (Planeamento e Produção da Amorim & Irmãos) – MRP (*Material Requirement Planning*) da Amorim & Irmãos que tem como intuito reunir toda a informação necessária para fornecer suporte à gestão em tempo real.

Segundo a abordagem considerada para o cálculo do OEE de uma linha de produção, o primeiro passo passa por identificar a máquina gargalo das linhas da segunda escolha. Para o efeito, foram considerados vários fatores que serão detalhados seguidamente.

A cadência nominal das máquinas SVE é de 10 000 rolhas/hora, enquanto que a das máquinas EE3D é de 9 500 rolhas/hora. Isto significa que, caso ambas as máquinas produzam à cadência nominal, por minuto, a SVE produz aproximadamente 166 rolhas, enquanto que a máquina EE3D produz 158 rolhas. Como já explicado anteriormente, realça-se que na SVE as rolhas são classificadas como “veda” ou “não veda” e só as rolhas que vedam é que seguem para a máquina EE3D. No entanto, o que se espera, é que na maior parte dos testes realizados às rolhas pela SVE, o resultado seja “veda”. Apesar da ligeira diferença na cadência das duas máquinas, quando ambas se encontram a operar continuamente, essa diferença não é sentida uma vez que as rolhas depois de serem avaliadas como “veda” pela SVE não são enviadas diretamente para a EE3D. Após a realização do teste pela SVE, as rolhas que vedam seguem num tapete para um equipamento denominado vibrador que, posteriormente, alimenta a EE3D.

Porém, observou-se que as máquinas das linhas da segunda escolha não operavam continuamente porque sofriam várias paragens que afetavam a produção das linhas. Por este motivo, as linhas foram estudadas minuciosamente para perceber qual das duas máquinas era a responsável pela maior proporção de paragens, e consequentemente, o gargalo da linha.

Primeiramente, através de observação direta foram identificadas todas as paragens que ocorriam nas máquinas que constituem as linhas. Posteriormente, foi elaborado um formulário para registo de produções e paragens pelos operadores (anexo C). Pretendia-se acima de tudo que fosse um registo rápido e fácil, por isso, para as paragens que ocorriam sistematicamente, foi realizado um “conta-palitos” para quando ocorresse uma paragem o operador unicamente colocar um traço. No entanto, algumas dessas paragens são provocadas pelo tipo de rolhas que chegam à segunda escolha. Por vezes, ocorrem anomalias ao longo do processo e os meios de armazenamento que chegam a esta operação têm mistura (rolhas com diâmetro e/ou comprimento diferentes da identificação presente no meio de armazenamento) ou apara (bocados de cortiça que resultam da destruição das rolhas ao longo do processo). Por esse motivo, nas paragens que também podem ocorrer devido a mistura ou apara foi colocada essa causa. Futuramente, caso uma paragem ocorra devido a apara ou mistura de forma significativa, é sobre o processo que se devem centrar as ações de melhoria.

Relativamente às paragens sistemáticas, as folhas de registo preenchidas pelos operadores permitem saber qual o número de ocorrências, no entanto, o mais importante, é a quantidade de tempo improdutivo associado a cada paragem uma vez que uma determinada paragem pode ocorrer com menos frequência, mas o tempo necessário para a sua resolução ser significativo.

Sabe-se que quando ocorre uma paragem, o tempo total improdutivo associado depende de dois fatores: o tempo de espera da máquina e o tempo de resolução da paragem (figura 12).

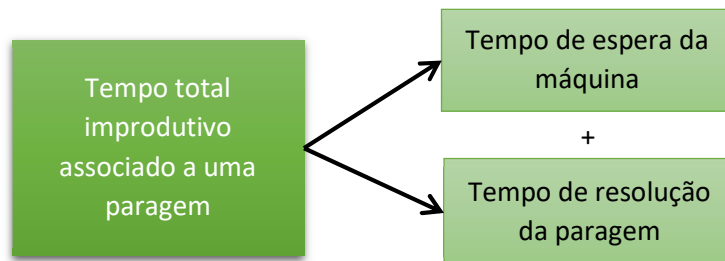


Figura 12 - Tempo total improdutivo associado a uma paragem

Com base nesse conhecimento, o passo seguinte passou por estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem. Para esse fim, foi realizado um estudo no qual foram registadas 20 observações por grupo de linhas nos turnos 2 e 3, uma vez que estes eram os turnos possíveis de observar durante o horário de trabalho. Para a realização desse estudo foi elaborado um formulário específico com os campos necessários, o qual pode ser consultado no anexo D. As observações registadas encontram-se no anexo E.

Após a realização do estudo, como o tempo médio de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem era muito próximo nos três grupos de linhas nos dois turnos observados, optou-se por fazer a média do número total de observações sem distinção por grupos de linhas e turnos. Assim, foram registadas, no total, 120 observações e o tempo médio de espera de uma máquina obtido foi de 1 minuto e 15 segundos.

Realça-se que ao longo deste projeto, o número de observações registadas sempre que foi necessário estimar tempos foi comparado com o número teórico de observações, calculado com um nível de confiança de 90% e uma precisão de 10%. A escolha deste nível de confiança e desta precisão teve em conta o compromisso entre o número mínimo de observações que seria necessário registar e o tempo necessário para realizar esse registo.

Para calcular o número mínimo de observações a registar, tendo em conta o nível de confiança e de precisão selecionados, utilizou-se a seguinte fórmula (Stevenson, 2005):

$$n = \left(\frac{z \times s}{a \times \bar{x}} \right)^2 \quad (7)$$

n = tamanho requerido da amostra
 z = desvio padrão normal para o nível de confiança desejado
 s = desvio padrão da amostra
 a = precisão desejada da estimativa
 \bar{x} = média da amostra

Seguidamente, o número de observações registadas para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem foi comparado com o número teórico de observações. Os valores obtidos encontram-se na tabela 6.

Tabela 6 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem

| | |
|--|----------|
| z - Nível de confiança 90% | 1,645 |
| s - Desvio padrão da amostra (hh:mm:ss) | 00:01:17 |
| a - Precisão 10% | 0,1 |
| \bar{x} - Média da amostra (hh:mm:ss) | 00:01:15 |
| Número real de observações | 120 |
| Número teórico de observações (Nível de confiança=90% ; Precisão=10%) | 286 |

Pela análise da tabela 6, conclui-se que o número real de observações é inferior ao número teórico de observações. É de realçar o valor do desvio padrão obtido para a amostra retirada. Esse valor deve-se à grande variabilidade existente entre as várias observações registadas, já que o operador no momento que ocorria uma paragem podia estar perto da máquina e atendê-la rapidamente, como podia estar a realizar uma tarefa que obrigasse a máquina a esperar um período de tempo considerável.

Depois deste conhecimento, analisou-se em equipa o custo de registar mais observações tendo em conta o tempo necessário para efetuar esse registo e o respetivo benefício e concluiu-se que dedicar tempo de trabalho a registar as restantes observações não era a melhor opção, já que o tempo médio obtido era um valor aceitável pelo conhecimento do funcionamento do setor e era necessário avançar com o projeto.

No entanto, sabe-se que consoante o tipo de paragem sistemática, o tempo até que a máquina fique novamente operacional depende também do tempo necessário para a resolução da paragem. Por esse motivo, em equipa, selecionou-se um operador que apresentava um desempenho considerado normal na resolução das variadas paragens e com recurso à observação direta mediu-se o tempo de resolução de cada uma. Para este estudo foi registada uma única observação para cada tipo de paragem uma vez que o operador apresentava um desempenho considerado normal, mas também porque os tempos obtidos foram aceitáveis quando analisados em equipa.

Dessa forma, foi possível estimar o tempo total improdutivo associado a cada paragem sistemática (identificadas no anexo C), o qual se encontra na tabela 7.

Tabela 7 - Tempo total improdutivo associado a cada paragem sistemática

| Paragem sistemática | Máquina | Tempo médio de espera da máquina (hh:mm:ss) | Tempo de resolução da paragem (hh:mm:ss) | Tempo total improdutivo associado à paragem (hh:mm:ss) |
|---|---------|---|--|--|
| Encravamento no Centrífugo | SVE | 00:01:15 | 00:00:44 | 00:01:59 |
| Encravamento no tapete | SVE | 00:01:15 | 00:00:13 | 00:01:28 |
| Encravamento no tapete (Apara) | SVE | 00:01:15 | 00:01:00 | 00:02:15 |
| Encravamento no tapete (Mistura) | SVE | 00:01:15 | 00:01:00 | 00:02:15 |
| Encravamento na calha das cavidades | SVE | 00:01:15 | 00:00:13 | 00:01:28 |
| Encravamento na calha das cavidades (Apara) | SVE | 00:01:15 | 00:00:13 | 00:01:28 |
| Encravamento na calha das cavidades (Mistura) | SVE | 00:01:15 | 00:00:13 | 00:01:28 |
| Anomalia no posto 1 | SVE | 00:01:15 | 00:00:11 | 00:01:26 |
| Anomalia no posto 1 (Apara) | SVE | 00:01:15 | 00:00:11 | 00:01:26 |
| Anomalia no posto 1 (Mistura) | SVE | 00:01:15 | 00:00:21 | 00:01:36 |
| Anomalia no posto 3 | SVE | 00:01:15 | 00:02:00 | 00:03:15 |
| Anomalia no prato | SVE | 00:01:15 | 00:00:32 | 00:01:47 |
| Anomalia nas cavidades do prato | SVE | 00:01:15 | 00:00:10 | 00:01:25 |
| Troca de Membranas | SVE | 00:01:15 | 00:03:10 | 00:04:25 |
| Encravamento do Vibrador | EE3D | 00:01:15 | 00:00:06 | 00:01:21 |
| Encravamento no cilindro | EE3D | 00:01:15 | 00:00:12 | 00:01:27 |
| Encravamento no cilindro (Mistura) | EE3D | 00:01:15 | 00:00:12 | 00:01:27 |
| Crash – sistema reinicia | EE3D | - | 00:00:30 | 00:00:30 |
| Cestos/Contentores/ Sacos cheios | - | 00:01:15 | 00:00:25 | 00:01:40 |

Realça-se que a paragem denominada “Crash – sistema reinicia” não tem atribuído tempo médio de espera porque a sua resolução não depende da intervenção do operador, já que a máquina retoma a operacionalidade autonomamente.

Para estimar o tempo associado a este tipo de paragem, observou-se apenas uma máquina e registou-se uma observação, uma vez que sempre que ocorre este tipo de paragem o tempo que a máquina demora a retomar a operacionalidade é igual.

Recorrendo ao enquadramento teórico realizado conclui-se que as paragens designadas até então como paragens sistemáticas (tabela 7) denominam-se, segundo Nakajima (1988), por micro paragens, já que são responsáveis pelas paragens e arranques constantes nas linhas da segunda escolha e não necessitam de mais de 5 minutos para que a sua causa seja encontrada e eliminada pelos operadores.

Posto isto, colocou-se o tempo total improdutivo associado a cada micro paragem numa base de dados situada no ficheiro Excel, para que qualquer folha de registo preenchida pelos operadores tenha associado o tempo total improdutivo devido à ocorrência de micro paragens.

Posteriormente, foi realizado um diagrama de Pareto (anexo F) para identificar as causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens nas linhas da segunda escolha.

Note-se que os dados utilizados para realizar esta análise e as restantes que serão descritas neste projeto para caracterizar o estado inicial da segunda escolha, foram os dados recolhidos desde meados de novembro (quando o estudo foi iniciado) até fins de dezembro de 2015, mais concretamente, das semanas 47 à 52, uma vez que neste período não foram realizadas quaisquer alterações nas linhas da segunda escolha.

De acordo com a regra dos 80-20 de Pareto (classe A), conclui-se que cerca de 80% do tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens nas linhas da segunda escolha deve-se a 6 causas (cerca de 32% das causas): Encravamento na calha, Anomalia no posto 1, Encravamento no centrífugo, Anomalia no posto 3, Encravamento no tapete e Encravamento na calha devido a apara.

Como as micro paragens são responsáveis pelas paragens sistemáticas nas linhas da segunda escolha e as mais significativas ocorrem todas na máquina SVE, isto indica que, muito provavelmente, este é o gargalo da linha. No entanto, foram analisados outros dados para comprovar a veracidade desse facto.

Outro indicador relevante para detetar o gargalo da linha são as avarias que ocorrem em cada uma das máquinas. O tempo total improdutivo devido a avarias nas semanas 47 à 52 em cada uma das máquinas que constituem as linhas da segunda escolha encontra-se representado na tabela 8.

Tabela 8 - Tempo total em avarias nos dois tipos de máquinas (semanas 47 à 52)

| Máquina | Tempo total em avarias (h) |
|---------|----------------------------|
| SVE | 180,90 |
| EE3D | 0 |

Como se pode verificar, a máquina SVE foi a única responsável pela ocorrência de avarias no período em análise.

A paragem denominada “Ajuste do Programa” (ver anexo C) é uma operação realizada exclusivamente na máquina EE3D. Os programas existentes nas máquinas de segunda escolha são seleccionados consoante a classe industrial e a ordem de fabrico das rolhas para que estas sejam corretamente escolhidas. No entanto, uma vez que a rolha é um produto natural, as rolhas pertencentes à mesma classe industrial e à mesma ordem de fabrico de lotes diferentes nunca são exatamente iguais, o que obriga à realização de ajustes dos parâmetros dos programas para que as rolhas sejam escolhidas corretamente. Assim, analisou-se o tempo total improdutivo nas linhas da segunda escolha devido a este tipo de paragem nas semanas 47 à 52, o qual se encontra na tabela 9.

Tabela 9 - Tempo total em ajustes dos programas na EE3D (semanas 47 à 52)

| Máquina | Tempo total em ajustes dos programas (h) |
|---------|--|
| EE3D | 4,10 |

Posteriormente, analisou-se o tempo total improdutivo devido à ocorrência dos vários tipos de paragens realçados em cada uma das máquinas, o qual se encontra na tabela 10.

Tabela 10 - Tempo total improdutivo devido à ocorrência de paragens na SVE e na EE3D (semanas 47 à 52)

| Tipo de paragem | SVE | EE3D |
|------------------------------------|---------------|--------------|
| Micro paragens (h) | 571,73 | 35,82 |
| Avarias (h) | 180,90 | 0 |
| Ajustes dos Programas (h) | - | 4,10 |
| Tempo total improdutivo (h) | 752,63 | 39,92 |

Como se pode verificar, o tempo total improdutivo devido à ocorrência de paragens na máquina SVE é muito superior ao verificado na EE3D, o que corrobora o facto de que a SVE é o gargalo da linha.

No entanto, os dados do estudo realizado para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma paragem, permitem saber nos vários registos de paragens, qual a máquina que a provocou, uma vez que o formulário continha um campo designado “Máquina onde ocorreu a paragem” (consultar os anexos D e E). Através dessa informação é possível saber, do número total de paragens registadas, quantas foram provocadas pelas SVE.

Tabela 11 - Número de paragens provocadas pelos dois tipos de máquinas aquando da realização do estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina

| | |
|--|-----|
| Número de observações registadas no estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina | 120 |
| Número de paragens provocadas pela SVE | 94 |
| Número de paragens provocadas pela EE3D | 26 |

Observando a tabela 11, constata-se que aproximadamente 78% (94 em 120) das paragens registadas durante a realização do estudo foram provocadas pela SVE.

Desta forma, após esta análise detalhada, é possível concluir que o atual gargalo das linhas da segunda escolha é a SVE.

4.3. Medição e análise do indicador OEE e dos seus fatores – situação inicial

Depois de se concluir que a máquina SVE é o atual gargalo das linhas da segunda escolha, as fórmulas da abordagem apresentada no enquadramento teórico para o cálculo dos fatores do OEE da linha foram adaptadas ao problema em questão, as quais se encontram representadas abaixo.

$$Disponibilidade da linha = Disponibilidade da SVE = \frac{Tempo de produção}{Tempo planeado para produção} \quad (8)$$

$$Eficiência da linha = Eficiência da SVE = \frac{Produção real}{Produção esperada} \quad (9)$$

$$\text{Qualidade da linha} = \frac{\text{Produção total de rolhas "veda" na SVE} - \text{Nº total de rolhas mal escolhidas na EE3D}}{\text{Produção total de rolhas "veda" na SVE}} \quad (10)$$

$$\text{OEE da linha} = \text{Disponibilidade} \times \text{Eficiência} \times \text{Qualidade} \quad (11)$$

Para o cálculo do fator da qualidade da linha, na produção total do gargalo, considerou-se a produção total de rolhas “veda” na SVE uma vez que são estas rolhas que seguem para a máquina a jusante (EE3D). No número total de defeitos a jusante do gargalo, isto é, na EE3D, considerou-se o número total de rolhas mal escolhidas já que a função da máquina é escolher as rolhas segundo a sua qualidade e enviá-las para as saídas corretas, as quais têm atribuídas uma classe comercial ou um determinado defeito.

A qualidade na EE3D é avaliada pela realização de um teste designado autocontrolo visual. Os operadores analisam visualmente uma amostra de 50 rolhas em todas as saídas de cada uma das máquinas e comparam com uma amostra padrão, para verificar se as rolhas estão de acordo com a classe comercial atribuída à saída, registando o resultado num formulário indicado para o efeito (anexo H). Assim, o cálculo da qualidade de uma saída e de uma máquina EE3D é efetuado de acordo com as seguintes fórmulas:

$$\text{Qualidade de uma saída} = \frac{\text{Número de rolhas analisadas que estão de acordo com a classe atribuída à saída}}{\text{Número total de rolhas analisadas}} \quad (12)$$

$$\text{Qualidade da máquina EE3D} = \text{Média da qualidade obtida para todas as saídas da máquina} \quad (13)$$

O número total de rolhas mal escolhidas na EE3D é então obtido da seguinte forma:

$$\begin{aligned} \text{Nº total de rolhas mal escolhidas na EE3D} &= \\ (100\% - \text{Qualidade da máquina EE3D}) \times \text{Produção total de rolhas na EE3D} &\quad (14) \end{aligned}$$

Tabela 12 - Problemas relacionados com os equipamentos que provocam perdas de produção na segunda escolha

| Fator | Perdas | Ocorrências |
|--------------------------|------------------------------------|--|
| Disponibilidade da linha | Avarias | - Avaria da SVE |
| | Falhas | - Falta de rolhas - Falta de contentores - Falta de cestos verdes - Falha devido à avaria da EE3D - Falha devido ao ajuste do programa na EE3D |
| | Setups | - <i>Setup</i> |
| Eficiência da linha | Micro paragens (pequenas paragens) | - Encravamento no centrífugo da SVE - Encravamento no tapete da SVE - Encravamento no tapete da SVE (Apara) - Encravamento no tapete da SVE (Mistura) - Encravamento na calha das cavidades da SVE - Encravamento na calha das cavidades da SVE (Apara) - Encravamento na calha das cavidades da SVE (Mistura) - Anomalia no posto 1 da SVE - Anomalia no posto 1 da SVE (Apara) - Anomalia no posto 1 da SVE (Mistura) - Anomalia no posto 3 OK/NOK da SVE - Anomalia no prato da SVE - Anomalia nas cavidades do prato da SVE - Troca de membranas (SVE) - Encravamento do vibrador EE3D - Encravamento no cilindro EE3D - Encravamento no cilindro EE3D (Mistura) - Crash – sistema reinicia (EE3D) - Cestos/contentores/sacos cheios |
| Qualidade da linha | Defeitos | - Número de rolhas mal escolhidas na EE3D |

Antes de efetuar o cálculo do OEE das linhas para analisar o estado inicial da segunda escolha, achou-se pertinente especificar, por fator do OEE, a ocorrência de problemas relacionados com os equipamentos (SVE e EE3D) que provocam perdas de produção (tabela 12). Para esse fim, recorreu-se ao enquadramento teórico realizado.

As linhas também ficam inoperacionais para a realização de manutenções planeadas nas máquinas SVE e EE3D. Dentro da manutenção planeada distinguem-se a manutenção de primeiro

nível e a manutenção preventiva. A manutenção de primeiro nível, que inclui a limpeza e a lubrificação das máquinas, é realizada pelos próprios operadores, enquanto que a manutenção preventiva, que exige conhecimentos técnicos, é realizada por elementos da equipa de Engenharia de Processo.

Como as manutenções planeadas não fazem parte do conceito das Seis Grandes Perdas, não são abrangidas pelo OEE, já que o ponto de partida para o cálculo dos seus fatores é o tempo planeado para produção que é obtido subtraindo ao tempo total disponível para produção, o tempo das paragens planeadas. No entanto, a manutenção preventiva começou a ser realizada a partir do fim do mês de fevereiro de 2016 ao sábado, o que contribuiu para o aumento, por linha, do tempo planeado para produção em, aproximadamente, 1,8 horas por mês, já que a manutenção da SVE era realizada quinzenalmente com uma duração aproximada de 25 minutos e a manutenção da EE3D mensalmente com uma duração de 1 hora.

Outro aspeto a realçar, é a alteração dos operadores observada no 2º turno durante a pausa para almoço. As linhas continuam operacionais durante esse período, no entanto, o número de operadores no setor é menor relativamente ao horário normal de trabalho. Nos outros dois turnos (1º e 3º) essa pausa também é aplicável para lanche e jantar, respetivamente.

Como já referido anteriormente, as onze linhas encontravam-se divididas pelos 3 operadores, isto é, existiam 3 grupos de linhas. No horário normal de trabalho, o operador para além de atender as máquinas pelas quais estava responsável quando ocorria uma paragem e de preencher a folha de registo de produções e paragens, também realizava todas as tarefas necessárias ao bom funcionamento do setor relativamente às suas máquinas.

No entanto, no 2º turno, na pausa de uma hora para almoço, o número de operadores é alterado. Na primeira meia hora fica apenas um operador responsável por atender todas as máquinas de todas as linhas quando ocorre uma paragem, assim como pela execução de todas as tarefas necessárias ao bom funcionamento do setor. Já na segunda meia hora ficam os outros 2 operadores que dividem as linhas e as tarefas entre si. Isto permite concluir que, durante a hora de almoço, os operadores ficam sujeitos a uma carga de trabalho superior relativamente ao horário normal de trabalho. Por esse motivo, uma tarefa facilmente esquecida pelos operadores é o preenchimento das micro paragens que ocorrem nas folhas de registo.

Perante isto, foi realizado um estudo para estimar quanto tempo cada linha fica inoperacional devido à ocorrência de micro paragens na hora de almoço. Comparando esse tempo com o tempo médio de inoperacionalidade por linha por hora do horário normal de trabalho, será possível concluir se existe uma paragem planeada devido à redução do número de operadores na hora de almoço.

O estudo foi realizado durante 15 dias e o formulário usado para o registo das observações encontra-se no anexo I (as observações registadas podem ser consultadas no anexo J). Uma vez

que o número de operadores na segunda escolha é diferente nas duas meias horas que constituem a hora de almoço e as tarefas a realizar são exatamente as mesmas, distinguiu-se o estudo nas duas meias horas de almoço. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 13.

Tabela 13 - Tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens na hora de almoço

| | Tempo médio de inoperacionalidade por linha (min) |
|---|---|
| Primeiros 30 min (1 operador na segunda escolha) | 2,82 |
| Segundos 30 min (2 operadores na segunda escolha) | 1,56 |
| Hora de almoço | 4,38 |

Como esperado, o tempo médio de inoperacionalidade por linha é superior na primeira meia hora de almoço, uma vez que apenas existe um operador para realizar todas as tarefas necessárias, enquanto que na segunda meia hora já existem dois operadores.

Posteriormente, calculou-se o tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens por hora do horário normal de trabalho. Para o efeito, foram analisados os dados recolhidos das semanas 47 à 52.

Tabela 14 - Tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens no horário normal de trabalho

| | |
|---|--------|
| Tempo total em micro paragens (min) | 36 466 |
| Número de turnos | 66 |
| Tempo médio em micro paragens p/turno (min) | 552,52 |
| Tempo médio em micro paragens p/turno e p/linha (min) | 50,23 |
| Tempo médio em micro paragens p/ linha e p/hora (min) | 7,18 |

Analisando as tabelas 13 e 14, durante a hora de almoço o tempo médio de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens é de, aproximadamente, 4 minutos, enquanto que o tempo médio de inoperacionalidade por linha por hora do horário normal de trabalho é de, aproximadamente, 7 minutos. Uma vez que o tempo médio de inoperacionalidade por linha por hora do horário normal de trabalho é superior ao obtido na hora de almoço, não é possível concluir que existe uma paragem planeada devido à redução do número de operadores na hora de almoço, contrariamente ao suspeitado.

Após essa conclusão, o número de observações registadas para estimar o tempo de inoperacionalidade por linha na hora de almoço foi comparado com o número mínimo teórico de observações a registar. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 15.

Tabela 15 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de inoperacionalidade por linha devido à ocorrência de micro paragens na hora de almoço

| Primeiros 30 min (1 operador na segunda escolha) | |
|--|--------|
| z - Nível de confiança 90% | 1,645 |
| s - Desvio padrão da amostra (s) | 98,82 |
| a - Precisão 10% | 0,1 |
| \bar{x} - Média da amostra (s) | 169,32 |
| Número real de observações | 15 |
| Número teórico de observações (Nível de confiança=90% ; Precisão=10%) | 92 |
| Segundos 30 min (2 operadores na segunda escolha) | |
| z - Nível de confiança 90% | 1,645 |
| s - Desvio padrão da amostra (s) | 42,64 |
| a - Precisão 10% | 0,1 |
| \bar{x} - Média da amostra (s) | 93,30 |
| Número real de observações | 15 |
| Número teórico de observações (Nível de confiança=90% ; Precisão=10%) | 57 |

Pela análise dos valores da tabela 15, pode-se concluir que não foi registado o número mínimo de observações tendo em conta o nível de confiança e a precisão desejados, o que pode ter contribuído para o tempo médio de inoperacionalidade por linha na hora de almoço ser inferior ao tempo médio por hora do horário normal de trabalho. No entanto, o número de dias que era necessário estar no chão de fábrica para obter o número mínimo de observações era considerável.

Um aspeto a realçar, são os valores do desvio padrão da amostra obtidos nas duas meias horas que constituem a hora de almoço, os quais são o reflexo da grande variabilidade nos tempos de inoperacionalidade por linha. Essa variabilidade deve-se ao facto da ocorrência de micro paragens durante a hora de almoço não ser constante, isto é, existem dias em que as linhas sofrem um número considerável de micro paragens e outros em que, nessa hora, ocorrem poucas micro paragens. No entanto, os próprios operadores também influenciam os tempos obtidos já que por vezes têm várias tarefas para realizar simultaneamente e isso vai contribuir para aumentar consideravelmente o tempo de espera das linhas quando ocorre uma micro paragem e, consequentemente, o tempo de inoperacionalidade.

Uma vez que o tempo de inoperacionalidade por linha na hora de almoço depende de vários fatores, futuramente, caso o estudo fosse continuado, certamente que o número mínimo de observações que seria necessário registrar iria aumentar e, portanto, após análise em equipa do custo/benefício de registrar mais observações, não foi considerado viável dar continuidade à realização do estudo.

Depois de identificados, por fator do OEE, todos os problemas relacionados com os equipamentos que conduzem a perdas de produção, o passo seguinte passou por efetuar o cálculo do OEE das linhas e dos seus fatores para analisar o estado inicial da segunda escolha. Mais importante que o valor do OEE, são os valores individuais de cada fator, uma vez que a partir da análise desses valores imediatamente saberemos qual o fator que mais influencia negativamente o indicador OEE e, conseqüentemente, onde concentrar esforços com vista à sua melhoria.

Para analisar o indicador OEE e os seus fatores no início do desenvolvimento deste projeto, foi construído um gráfico (figura 13) com os dados recolhidos das semanas 47 à 52.

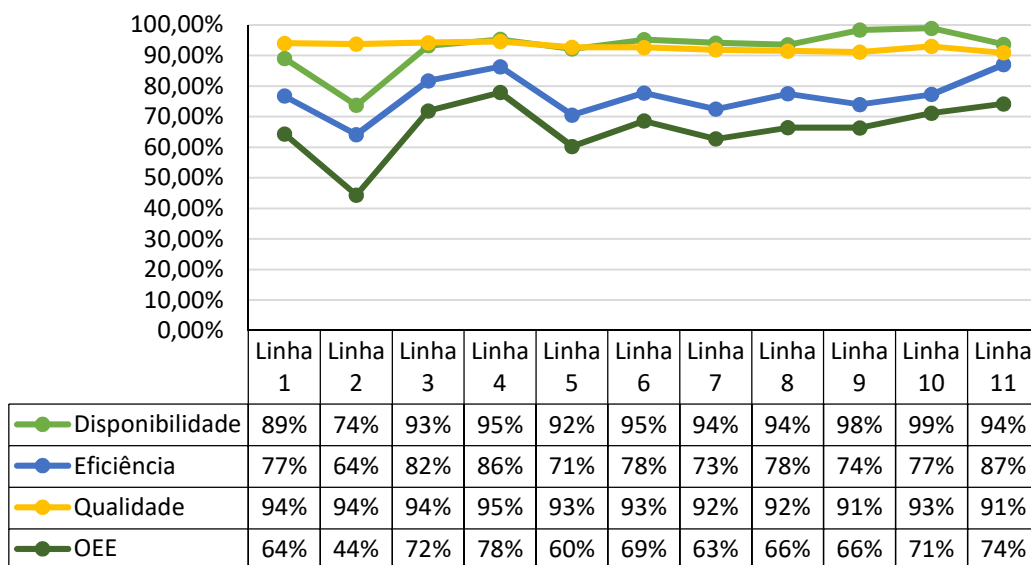


Figura 13 - Média do OEE das linhas e dos seus fatores nas semanas 47 à 52

É importante realçar que as linhas 1 e 2 produzem rolhas de diâmetro 25 e 26 mm, enquanto que as restantes se dedicam à produção de rolhas de diâmetro 24 mm. Esta restrição deve-se ao diâmetro das cavidades do prato das SVE, uma vez que as rolhas para serem submetidas ao teste de vedação têm que estar corretamente ajustadas ao diâmetro da cavidade para que o teste seja realizado corretamente.

Como a maior quantidade da produção diz respeito a rolhas de diâmetro 24 mm, as linhas 1 e 2 tendem muitas vezes a ficar paradas por falta de rolhas, afetando o fator de disponibilidade (ver tabela 12). Por esse motivo e para facilitar a análise da segunda escolha, as 11 linhas foram agrupadas em 2 conjuntos: grupo de linhas destinadas à produção de rolhas de 25 e 26 mm (linhas 1 e 2) e 24 mm (linhas 3 a 11).

Tabela 16 - Média do OEE e dos seus fatores nos 2 grupos de linhas (semanas 47 à 52)

| Linhas | Disponibilidade | Eficiência | Qualidade | OEE |
|------------------------|-----------------|------------|------------|------------|
| 1 e 2 | 81% | 71% | 94% | 54% |
| 3 a 11 | 95% | 78% | 93% | 69% |
| Nakajima (1988) | 90% | 95% | 99% | 85% |

Observando a tabela 16 e analisando os valores obtidos nos dois grupos de linhas para o OEE e para os seus fatores conclui-se que os valores do OEE se encontram mais baixos que o valor sugerido como ideal por Nakajima (1988). Além disso, verifica-se que o fator que mais influencia negativamente o indicador OEE é a eficiência. Como tal, no desenvolvimento do projeto foi sobre esse fator que se concentraram esforços com vista à melhoria do mesmo e consequente melhoria do indicador OEE. Os valores do OEE das linhas e dos seus fatores obtidos em cada uma das semanas utilizadas para esta análise, podem ser consultados no anexo K.

A eficiência é influenciada pela ocorrência de micro paragens que são responsáveis pelas interrupções e arranques constantes nas linhas, o que representa, ao fim de um dia de trabalho, impactos muito significativos na produtividade. Como tal, as micro paragens vão ser o foco do estudo ao longo deste projeto.

Para realizar os esforços corretos com vista à melhoria da eficiência das linhas, é fulcral identificar todas as causas que originam a ocorrência de micro paragens. Para o efeito, foi realizado em equipa, com recurso à técnica de *brainstorming*, um diagrama de causa-e-efeito, o qual se encontra representado na figura 14.

Posteriormente, selecionaram-se as causas que são responsáveis pela maior parcela de tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens nas linhas da segunda escolha. Essa seleção foi realizada considerando o diagrama de Pareto elaborado (anexo F), o qual permitiu concluir que cerca de 80% do tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens deve-se a 6 causas (cerca de 32% das causas): Encravamento na calha, Anomalia no posto 1, Encravamento no centrífugo, Anomalia no posto 3, Encravamento no tapete e Encravamento na calha devido a apara. Todas essas causas têm origem nas SVE e, de acordo com o conceito da análise de Pareto, são as causas prioritárias onde os esforços de melhoria devem ser centralizados.

Realça-se que as causas da ocorrência de micro paragens consideradas para a realização do diagrama de Pareto, foram as causas gerais definidas no diagrama de causa-e-efeito, uma vez que são as únicas para as quais existem registos de ocorrência através das folhas de registo preenchidas pelos operadores. As causas adicionais, assinaladas no diagrama de causa-e-efeito, permitiram identificar os motivos da ocorrência de cada uma das causas gerais, assim como oportunidades de melhoria.

Posto isto, o indicador OEE e o fator de eficiência foram acompanhados enquanto, simultaneamente, se aplicavam alterações na segunda escolha com vista à melhoria da eficiência das linhas.

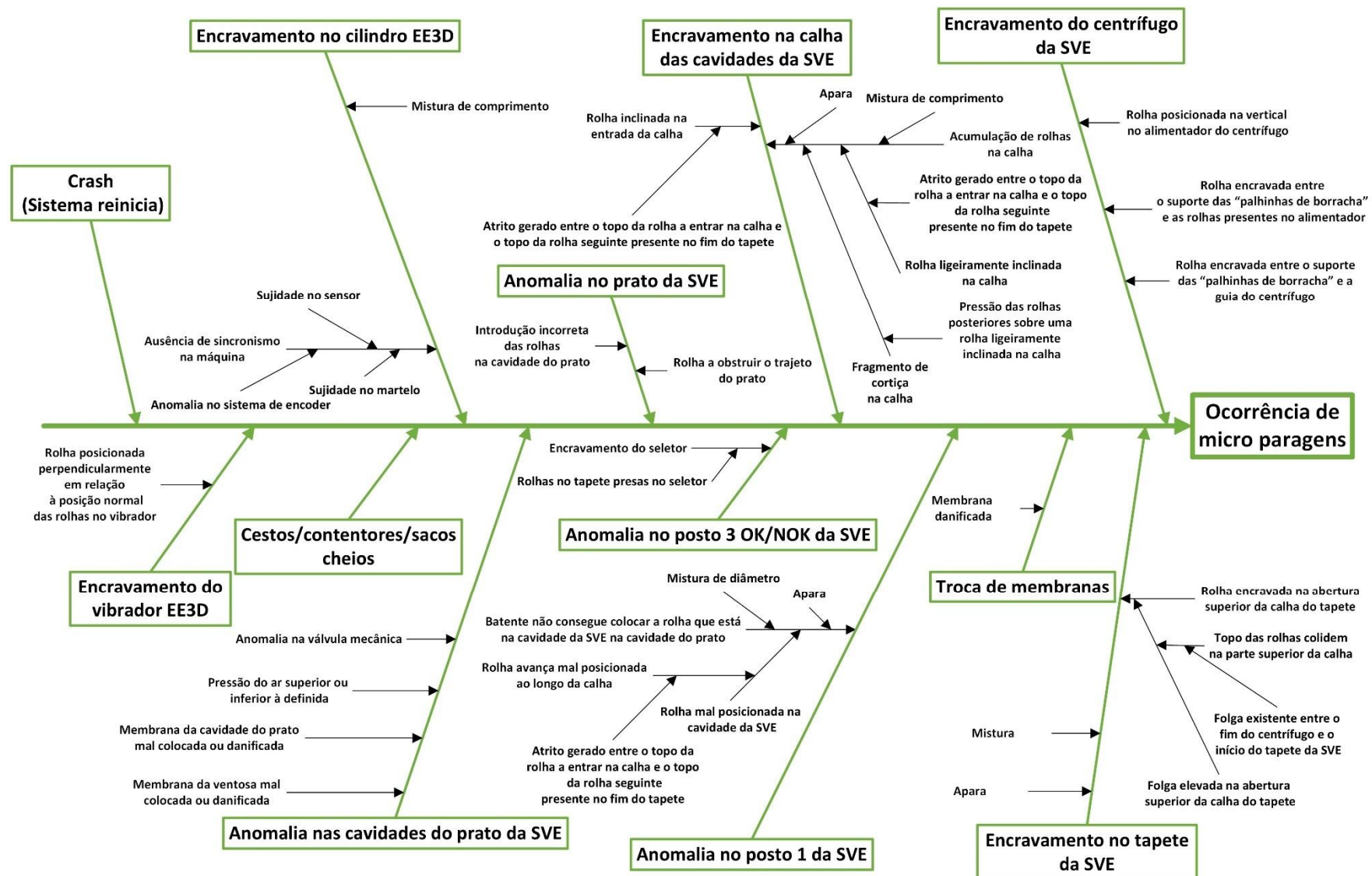


Figura 14 - Diagrama de causa-e-efeito para identificar as causas que originam a ocorrência de micro paragens

4.4. Melhoria da eficiência das linhas na segunda escolha

Uma vez que a eficiência das linhas é afetada pela ocorrência de micro paragens, existem duas formas de melhorar este fator do OEE: diminuir a ocorrência das causas dessas paragens e/ou diminuir o tempo improdutivo associado a cada micro paragem. Neste projeto, para melhorar a eficiência das linhas, foram tidas em consideração essas duas hipóteses.

Primeiramente, foram analisadas as seis causas identificadas como mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens com o objetivo de reduzir a ocorrência das mesmas.

Posteriormente, dado que o tempo improdutivo associado a uma micro paragem depende do tempo da sua resolução, mas principalmente do tempo de espera da máquina, analisou-se a distribuição de todas as tarefas necessárias ao bom funcionamento do setor pelos operadores.

Nos subcapítulos seguintes serão detalhadas todas as análises e alterações realizadas, bem como os impactos das mesmas.

4.4.1. Análise das causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens

A análise realizada a cada uma das causas mais significativas teve como objetivo perceber claramente o porquê de ocorrerem com o auxílio do diagrama de causa-e-efeito realizado, mas essencialmente tentar encontrar soluções para diminuir a sua ocorrência.

Anomalia no posto 3 OK/NOK da SVE

Das seis causas identificadas como mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens, a primeira a ser alvo de atenção foi a anomalia no posto 3, uma vez que a sua resolução por parte do operador é complicada e demorada já que ocorre num local de difícil acesso nas máquinas SVE.

No posto 3 das SVE, um seletor separa as rolhas que vedam das que não vedam após a realização do teste de vedação. As rolhas que vedam caem num tapete rolante e são enviadas para a máquina a jusante (EE3D), enquanto que as rolhas que não vedam caem noutro tapete e são enviadas para um cesto.

Este tipo de anomalia ocorre porque, por vezes, as rolhas quando caem no tapete ficam mal posicionadas e presas no seletor e, consequentemente, não são imediatamente removidas pelo tapete. Posteriormente, quando o seletor se move, fica encravado nessas rolhas.

Para tentar solucionar esta anomalia, o seletor foi alterado numa máquina piloto selecionada pela equipa de Engenharia de Processo (SVE nº 11). Em vez do seletor atravessar toda a peça que o suporta, a parte inferior da peça passou a ser fixa e o seletor foi diminuído e colocado apenas na parte superior da peça de forma a que o seu funcionamento não seja perturbado por eventuais rolhas presentes no tapete. Nas figuras 15 e 16 encontram-se esquemas representativos do funcionamento do seletor antes e após a alteração realizada e o seletor atual da SVE nº 11, respetivamente.

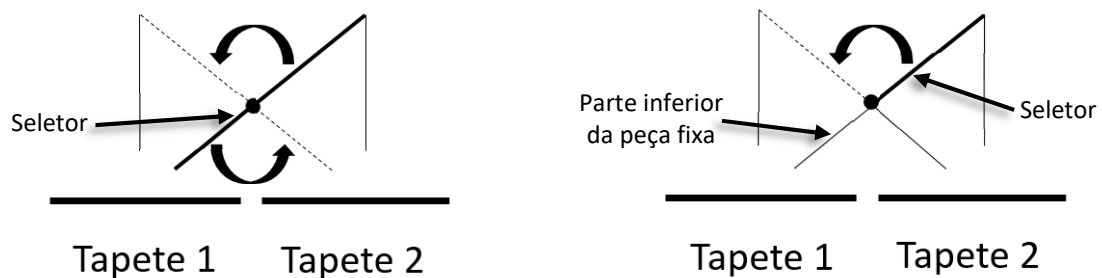


Figura 15 - Esquemas representativos do funcionamento do seletor antes (à esquerda) e após a alteração (à direita)

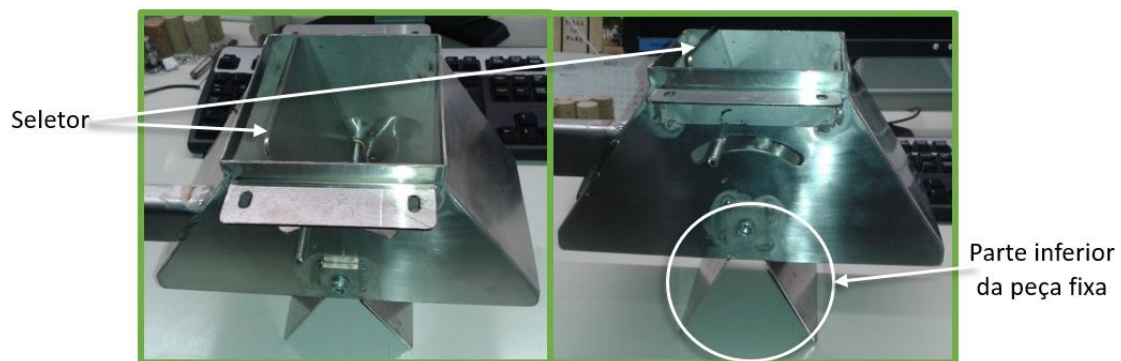


Figura 16 - Seletor atual da SVE nº 11

A alteração do seletor na SVE da linha 11 foi realizada no final de dezembro. Posteriormente, o número de anomalias que ocorreram nessa máquina foi monitorizado para avaliar o impacto da alteração.

Tabela 17 - Número de anomalias no posto 3 da SVE nº 11 antes e após a alteração

| Anomalias no posto 3 (SVE nº 11) | Antes da alteração | Depois da alteração |
|--|--------------------|---------------------|
| Número de ocorrências | 115 | 48 |
| Número de turnos | 66 | 296 |
| Número médio de ocorrências/turno | 1,74 | 0,16 |

Pela análise da tabela 17, é possível concluir que a realização da alteração na SVE nº 11 permitiu reduzir o número médio de anomalias, por turno, no posto 3 em aproximadamente 91%. O reduzido número de anomalias que se observa atualmente deve-se a encravamentos que ocorrem no interior da peça devido às rolhas formarem uma barreira entre si, já que o espaço no interior da peça é limitado.

Desta forma, justifica-se a extensão da alteração realizada na SVE nº 11 às restantes SVE que constituem as linhas da segunda escolha.

Encravamento na calha das cavidades da SVE devido a apara

A segunda causa mais significativa a ser alvo de análise foi o encravamento na calha das cavidades das SVE devido a apara.

As rolhas de cortiça antes da segunda escolha sofrem a sua primeira escolha onde deixam de ser classificadas como raça e são selecionadas em classes industriais: AA, A, B e C. Essas classes traduzem-se em rolhas de cortiça de melhor qualidade (AA) até às de menor qualidade (C).

As rolhas que prosseguem para a segunda escolha são as de classe industrial AA, A e B. As rolhas classificadas como AA e A seguem diretamente para a segunda escolha, enquanto que as classificadas como B primeiro sofrem uma lavação base.

Como as rolhas de cortiça classificadas como B já são muito porosas e ainda são submetidas a uma lavação e posterior secagem, por vezes acabam por partir antes de chegarem à segunda escolha ou até mesmo ao abastecer as moegas³ que alimentam as linhas, formando a apara. A apara (figura 17) consiste em bocados de cortiça de formas variadas que provocam encravamentos nos mais variados locais das máquinas, nomeadamente na calha das cavidades das SVE.

³ Moegas – equipamentos onde são colocadas as rolhas para abastecer as linhas.



Figura 17 - Aparas

A aparta ao posicionar-se numa cavidade da SVE (imagem à esquerda da figura 18) faz com que a rolha que cai nessa cavidade não fique colocada corretamente, permanecendo ligeiramente elevada e encravada (imagem central da figura 18), o que impede que as rolhas seguintes fluam livremente ao longo da calha. Posteriormente, as rolhas começam a acumular na calha, causando um encravamento (imagem à direita da figura 18).



Figura 18 - Exemplo de um encravamento na calha das cavidades da SVE devido a aparta

Para tentar contornar o número de encravamentos que ocorrem na calha das cavidades das SVE devido a aparta, foi realizada uma alteração no início de janeiro na escolha a montante (primeira escolha).

Os parâmetros dos programas nas máquinas da primeira escolha foram ajustados para que as rolhas mais fracas da classe industrial B fossem classificadas como C. Esta ação teve como objetivo

melhorar a qualidade das rolhas de classe industrial B e, conseqüentemente, diminuir a apara que chega à segunda escolha.

Contudo, realça-se que as máquinas da primeira escolha, comparativamente às máquinas da segunda escolha, são mais antigas e só têm capacidade para ler o corpo, não lendo os topos nem a profundidade das rolhas de cortiça. Isso claramente limita as ações de melhoria a serem realizadas.

Após a realização da alteração, foram monitorizados o número de encravamentos na calha das cavidades das SVE devido a apara.

Tabela 18 - Número de encravamentos na calha das cavidades das SVE devido a apara antes e após a alteração

| Encravamentos na calha das cavidades das SVE (Apara) | Antes da alteração | Depois da alteração |
|--|--------------------|---------------------|
| Número de encravamentos | 1 536 | 5 317 |
| Número de turnos | 66 | 296 |
| Número médio de encravamentos/turno | 23,27 | 17,96 |

Pela análise dos resultados obtidos (tabela 18) é possível concluir que a alteração realizada permitiu reduzir o número médio de encravamentos, por turno, na calha das cavidades das SVE devido a apara em aproximadamente 23%.

Encravamento no centrífugo da SVE

Seguidamente, os esforços de melhoria foram centrados nos encravamentos nos centrífugos das SVE, uma das causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens.

Em cada uma das linhas que constituem a segunda escolha, as rolhas de cortiça caem da moega para o centrífugo e este é responsável por alimentar o tapete da SVE. As rolhas têm que prosseguir na horizontal numa determinada posição no alimentador do centrífugo para que este possa alimentar corretamente o tapete. Para o efeito, existe uma guia que protege as rolhas no fim do centrífugo e garante que estas seguem corretamente posicionadas para que a alimentação das rolhas do centrífugo ao tapete não seja comprometida.

Os centrífugos possuem molas metálicas fixadas na parte lateral e “palhinhas de borracha” fixadas na sua base para retirar as rolhas mal posicionadas no alimentador durante o seu movimento (figura 19).

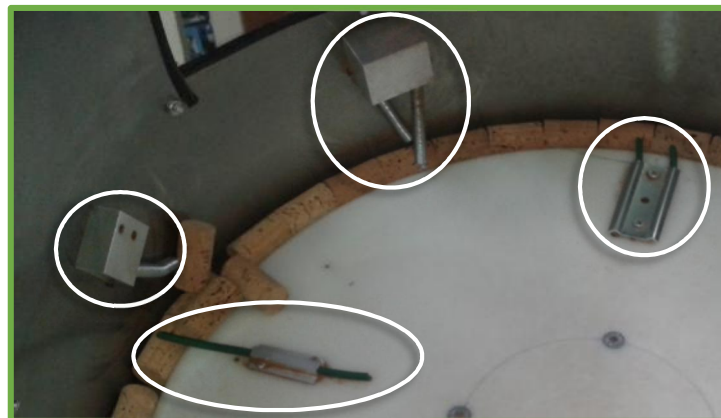


Figura 19 - Molas metálicas e "palhinhas de borracha" presentes nos centrífugos

No entanto, mesmo assim, ocorrem encravamentos de forma significativa na guia dos centrífugos devido às rolhas prosseguirem no alimentador posicionadas na vertical (figura 20).



Figura 20 - Rolha encravada na guia do centrífugo

Para solucionar este problema, no final do mês de fevereiro, foi adicionado um arame moldado na parte lateral de todos os centrífugos, perto da guia, para impedir que as rolhas avancem posicionadas na vertical (figura 21). Com esta alteração, uma rolha ao colidir com o arame será reposicionada ou eliminada do alimentador através do normal movimento do centrífugo, garantindo assim que nenhuma rolha chega mal posicionada à guia.



Figura 21 - Arames colocados na parte lateral dos centrífugos

Além disso, verificou-se que também ocorriam alguns encravamentos devido a alguns suportes das “palhinhas de borracha” fixados na base do centrífugo estarem próximos do alimentador, o que fazia com que as rolhas ficassem encravadas entre o suporte e as rolhas presentes no alimentador (imagem à esquerda da figura 22) e/ou a guia (imagem à direita da figura 22), impossibilitando o movimento do centrífugo.



Figura 22 - Rolha encravada entre o suporte das "palhinhas de borracha" e as rolhas presentes no alimentador (imagem à esquerda) e a guia do centrífugo (imagem à direita)

Para este tipo de encravamento, a solução foi colocar os suportes mais para o centro do centrífugo com “palhinhas de borracha” mais compridas (figura 23) de forma a que as rolhas não tivessem possibilidade de encravar, o que permitiu eliminar totalmente os encravamentos que ocorriam por este motivo.



Figura 23 - Alteração das "palhinhas de borracha"

Após estas alterações, o número de encravamentos nos centrífugos das SVE foi acompanhado. Como continuavam a ocorrer encravamentos nos centrífugos com muita frequência, no final de abril analisou-se o impacto das alterações realizadas.

Tabela 19 - Número de encravamentos nos centrífugos das SVE antes e após as alterações

| Encravamentos nos centrífugos das SVE | Antes das alterações | Depois das alterações |
|--|----------------------|-----------------------|
| Número de encravamentos | 11 617 | 8 441 |
| Número de turnos | 179 | 123 |
| Número médio de encravamentos/turno | 64,90 | 68,63 |

Analisando a tabela 19 constata-se que o número médio de encravamentos, por turno, nos centrífugos das SVE aumentou, aproximadamente, 6%.

Após essa percepção, concluiu-se que o número de encravamentos nos centrífugos aumentou porque a posição do arame é crítica para surtir o efeito desejado. Os arames devem estar corretamente posicionados para que uma rolha que avance na vertical não fique encravada e

qualquer desvio da sua posição correta é o suficiente para que ocorram encravamentos. Como a posição dos arames não foi corretamente testada aquando da sua colocação, ocorreram encravamentos constantes (figura 24).



Figura 24 - Rolhas encravadas nos arames colocados

Para tentar solucionar este problema, a equipa de Engenharia de Processo seleccionou o centrífugo da linha 11, no dia 10 de maio, para ser alvo de alterações. O arame foi reposicionado (figura 25) e o funcionamento do centrífugo foi acompanhado durante esse dia. Todos os ajustes necessários no posicionamento do arame foram realizados até garantir que o número de encravamentos que ocorriam no arame era praticamente nulo. Prova disso, foi a obtenção de apenas 2 encravamentos nesse dia, enquanto que no dia anterior ocorreram 58 encravamentos no centrífugo.



Figura 25 - Reposicionamento do arame no centrífugo da linha 11

Depois de realizada essa modificação, o número de encravamentos no centrífugo da linha 11 foi monitorizado. Para avaliar o impacto da modificação, comparou-se o número médio de encravamentos, por turno, após o reposicionamento do arame com o número médio de encravamentos sem qualquer alteração e após a colocação do arame.

Tabela 20 - Número de encravamentos no centrífugo da SVE da linha 11 sem qualquer alteração, depois da colocação do arame e após o reposicionamento do arame

| Encravamentos no Centrífugo da SVE (Linha 11) | Sem qualquer alteração | Depois da colocação do arame | Após o reposicionamento do arame |
|---|------------------------|------------------------------|----------------------------------|
| Número de encravamentos | 1 402 | 1 561 | 85 |
| Número de turnos | 179 | 141 | 42 |
| Número médio de encravamentos/turno | 7,83 | 11,07 | 2,02 |

Pela análise dos resultados obtidos (tabela 20), é possível concluir que o reposicionamento do arame permitiu reduzir o número médio de encravamentos, por turno, no centrífugo da linha 11 em aproximadamente 74% em relação ao número médio de encravamentos sem qualquer alteração e em 82% em relação ao número médio de encravamentos após a colocação do arame. O número reduzido de encravamentos que ainda se observam deve-se à posição da rolha quando colide com o arame, sendo uma variável impossível de controlar.

Desta forma, justifica-se a implementação da modificação realizada no centrífugo da linha 11 nos restantes centrífugos que constituem as linhas da segunda escolha.

Encravamento na calha das cavidades da SVE e Anomalia no posto 1 da SVE

As duas próximas causas mais significativas a serem alvo de atenção são os encravamentos na calha das cavidades das SVE e as anomalias no posto 1 porque estão bastante relacionadas.

O centrífugo alimenta o tapete da SVE e este conduz as rolhas para a calha das cavidades da SVE. As rolhas, ao chegarem ao fim do tapete, são colocadas pelo martelo alimentador na calha, a qual é responsável por conduzir as rolhas para as cavidades da SVE. Após as rolhas caírem nas cavidades da SVE, um batente é acionado para impulsioná-las para as cavidades do prato onde é realizado o teste de vedação.

No entanto, ocorrem vários encravamentos na calha das cavidades das SVE que necessitam de ser solucionados. Um dos encravamentos ocorre quando a rolha ao ser impulsionada pelo martelo

alimentador para a calha fica inclinada e encravada (figura 26), não conseguindo prosseguir o seu movimento ao longo da calha.



Figura 26 - Encravamento à entrada da calha devido à rolha ficar inclinada após ser impulsionada pelo martelo

Outras vezes, a rolha consegue avançar ligeiramente inclinada, mas acaba por encravar algures ao longo da calha, fazendo com que todas as rolhas que avancem posteriormente acumulem, causando um encravamento (figura 27).



Figura 27 - Encravamento na calha devido à rolha avançar ligeiramente inclinada

Ocorrem também encravamentos devido a fragmentos de cortiça existentes na calha (imagem à esquerda da figura 28) uma vez que as rolhas não conseguem deslizar ao encontrar esse obstáculo e acumulam (imagem à direita da figura 28). Isto acontece porque uma rolha ligeiramente inclinada, por vezes, consegue deslizar ao longo da calha devido à força exercida pelas rolhas posteriores, o que resulta na destruição da rolha, que perde pequenos fragmentos.



Figura 28 - Encravamento na calha devido a fragmentos de cortiça

Assim, a conclusão que se pode retirar dos vários encravamentos que ocorrem na calha das cavidades das SVE, exceto os encravamentos devido a apara e a mistura de comprimento, é que estes se devem à rolha, quando impulsionada pelo martelo para a calha, não avançar na posição correta.

Após essa perceção e a análise dos encravamentos em equipa, concluiu-se que os encravamentos descritos ocorrem devido ao atrito gerado entre o topo da rolha a entrar na calha e o topo da rolha seguinte presente no fim do tapete. Como o atrito gerado entre o topo da rolha a entrar na calha e o topo da rolha seguinte no fim do tapete é muito superior ao atrito gerado entre o outro topo da rolha a entrar na calha e a máquina, a força exercida pelo martelo na rolha para esta avançar ao longo da calha, por vezes não é a suficiente face ao atrito que se cria entre os topos das duas rolhas, fazendo com que a rolha avance para a calha inclinada (figura 29).

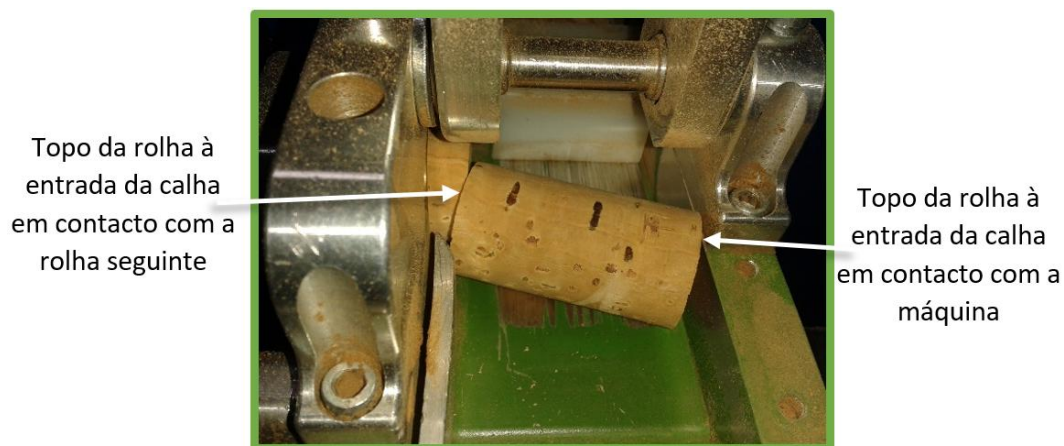


Figura 29 - Rolha inclinada na calha após o martelo ser acionado

Para tentar diminuir a ocorrência dos encravamentos na calha, a causa mais significativa para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens, foi criada uma peça (figura 30) que faz a ligação entre o fim do tapete e a calha.

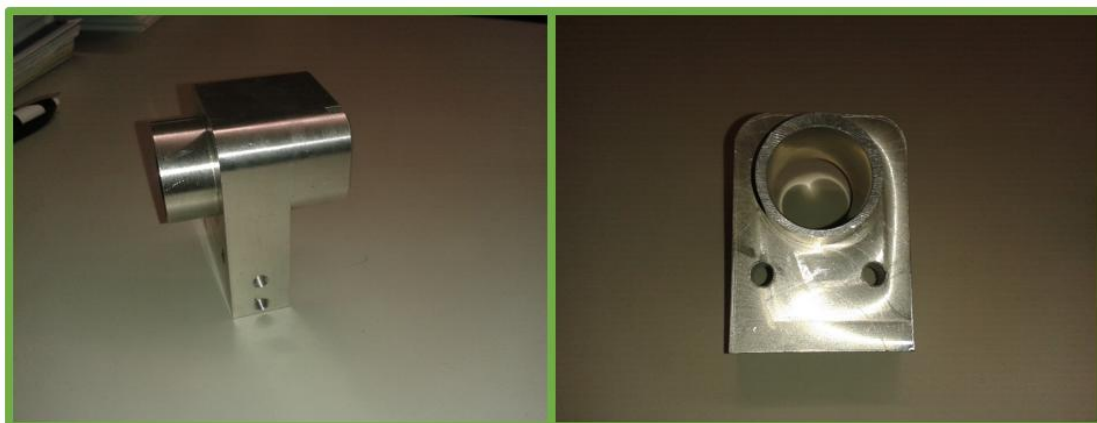


Figura 30 - Peça colocada entre o tapete e a calha

Essa peça cria uma ligeira inclinação entre o fim do tapete da SVE e a calha para que os topos das duas rolhas não estejam completamente em contacto (figura 31), reduzindo assim a superfície de contacto e, consequentemente, o atrito gerado entre as rolhas.

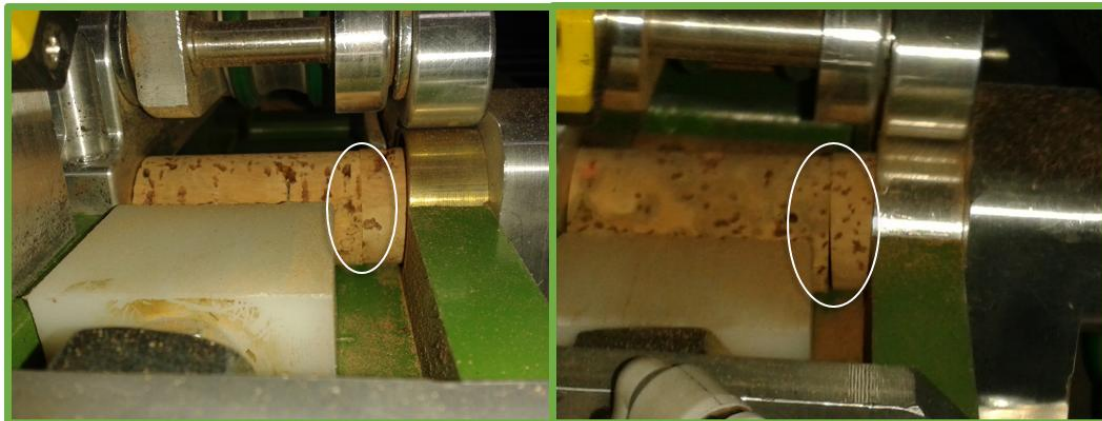


Figura 31 - Contacto entre os topos das rolhas antes (à esquerda) e após a colocação da peça (à direita)

A peça foi colocada em duas SVE piloto selecionadas pela equipa de Engenharia de Processo para avaliar se era viável implementar a alteração nas restantes SVE.

Primeiramente, a peça foi colocada na SVE da linha 7 no dia 30 de março. Como a frequência da ocorrência de encravamentos na calha aumentou significativamente após a realização da alteração, a peça foi retirada no dia 27 de abril. Nesse dia, o número de encravamentos que ocorreu antes e após a alteração foram analisados. Os resultados obtidos encontram-se na tabela 21.

Tabela 21 - Número de encravamentos na calha das cavidades da SVE da linha 7 antes e após a alteração

| Encravamentos na calha das cavidades da SVE (linha 7) | Antes da alteração | Depois da alteração (colocação da peça) |
|---|--------------------|---|
| Número de encravamentos | 2 136 | 1 203 |
| Número de turnos | 242 | 54 |
| Número médio de encravamentos/turno | 8,83 | 22,28 |

O número médio de encravamentos, por turno, na calha da SVE da linha 7 antes da colocação da peça era de 8,83, após a alteração passou a ser de 22,28. Então, é possível afirmar que o número médio de encravamentos, por turno, na calha das cavidades da SVE da linha 7 após a alteração aumentou aproximadamente 152%, o que justifica a remoção da peça realizada.

A peça também foi colocada na SVE da linha 11 no dia 8 de abril. No entanto, a frequência da ocorrência de encravamentos na calha também aumentou e a peça acabou por ser retirada no dia 29 de abril. Posteriormente, o número de encravamentos que ocorreram antes e após a alteração foram analisados.

Tabela 22 - Número de encravamentos na calha das cavidades da SVE da linha 11 antes e após a alteração

| Encravamentos na calha das cavidades da SVE (linha 11) | Antes da alteração | Depois da alteração (colocação da peça) |
|--|--------------------|---|
| Número de encravamentos | 2 206 | 685 |
| Número de turnos | 260 | 42 |
| Número médio de encravamentos/turno | 8,48 | 16,31 |

Observando a tabela 22, o número médio de encravamentos, por turno, na calha da SVE da linha 11 antes da colocação da peça era de 8,48, após a realização da alteração passou a ser de 16,31. Assim, é possível concluir que o número médio de encravamentos, por turno, na calha das cavidades da SVE da linha 11 após a alteração realizada aumentou aproximadamente 92%.

A discrepância significativa observada no aumento do número médio de encravamentos na calha da SVE das duas linhas após a colocação da peça, deve-se à capacidade das cavidades das SVE. Cada cavidade da SVE da linha 7 tem capacidade para três rolhas, enquanto que cada cavidade da SVE da linha 11 tem capacidade apenas para uma rolha (figura 32). Como cada cavidade da linha 7 tem capacidade para três rolhas, basta que uma rolha caia de forma errada numa cavidade que vai ocupar mais espaço que o previsto e, conseqüentemente, as outras rolhas que caem posteriormente nessa cavidade também ficam mal posicionadas. Como as três rolhas não ficam corretamente acondicionadas dentro da cavidade, vão perturbar o movimento das rolhas seguintes ao longo da calha que vão acumulando, causando um encravamento. Na linha 11 isso não se verifica uma vez que cada cavidade tem capacidade para uma rolha, o que contribui para que a queda da rolha seja suave e esta fique um maior número de vezes corretamente acondicionada na cavidade.

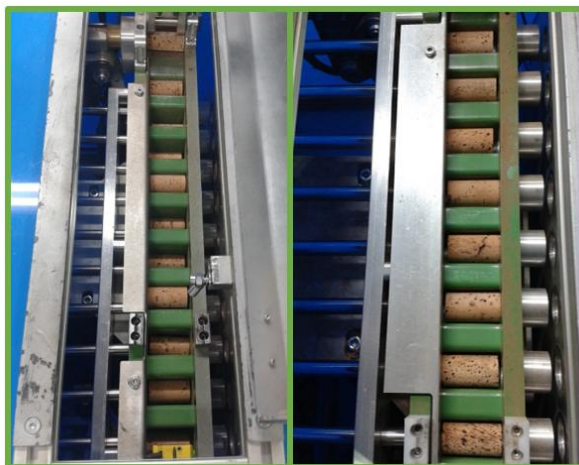


Figura 32 - Cavidades da SVE da linha 7 (à esquerda) e cavidades da SVE da linha 11 (à direita)

A colocação de cavidades com maior capacidade na linha 7 advém de uma tentativa de aumentar a cadência produtiva da SVE face aos encravamentos que ocorrem. No entanto, após esta análise, conclui-se que a tentativa realizada não teve sucesso já que conduziu à ocorrência de mais encravamentos na calha. Perante isto, a ação a desenvolver passa por colocar novamente cavidades com capacidade para uma rolha.

As anomalias no posto 1 da SVE, a segunda causa mais significativa para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens, ocorrem quando o batente não consegue colocar uma determinada rolha de uma cavidade da SVE na cavidade do prato correspondente. Isto acontece quando a rolha fica mal posicionada na cavidade da SVE (figura 33).



Figura 33 - Anomalia no posto 1

Se uma rolha, quando impulsionada pelo martelo alimentador para a calha, não avançar na posição correta, pode originar um encravamento na calha ou uma anomalia no posto 1 uma vez que ao cair na cavidade da SVE pode ficar mal posicionada. Por este motivo é que os encravamentos na calha e as anomalias no posto 1 são analisados simultaneamente, uma vez que, quando as rolhas impulsionadas pelo martelo alimentador para a calha avançarem na posição correta, acredita-se que a ocorrência de ambos será diminuída ou até mesmo extinguida.

Assim, com a colocação da peça referida anteriormente nas SVE das linhas 7 e 11 esperava-se reduzir o número de encravamentos na calha, mas também o número de anomalias no posto 1. Por essa razão, o número de anomalias no posto 1 nas SVE das linhas 7 e 11 antes e após a colocação da peça foi analisado.

Tabela 23 - Número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 7 antes e após a alteração

| Anomalias no posto 1 da SVE (linha 7) | Antes da alteração | Depois da alteração (colocação da peça) |
|--|--------------------|---|
| Número de anomalias | 2 393 | 78 |
| Número de turnos | 242 | 54 |
| Número médio de anomalias/turno | 9,89 | 1,44 |

Tabela 24 - Número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 11 antes e após a alteração

| Anomalias no posto 1 da SVE (linha 11) | Antes da alteração | Depois da alteração (colocação da peça) |
|--|--------------------|---|
| Número de anomalias | 1 448 | 5 |
| Número de turnos | 260 | 42 |
| Número médio de anomalias/turno | 5,57 | 0,12 |

Pela análise das tabelas 23 e 24 conclui-se que o número médio de anomalias, por turno, no posto 1 da SVE da linha 7 após a colocação da peça reduziu aproximadamente 85%, enquanto que na SVE da linha 11 reduziu 98%.

Realça-se que a redução do número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 7 foi menor que a da linha 11 devido à capacidade das cavidades da SVE já referida anteriormente. Como cada cavidade da SVE da linha 7 tem capacidade para três rolhas, a queda da primeira rolha numa determinada cavidade é mais acentuada, o que resulta, por vezes, no mau posicionamento da rolha, impossibilitando a sua colocação na cavidade do prato correspondente pelo batente, originando assim uma anomalia. Esta é outra razão para colocar novamente cavidades com capacidade para uma rolha na SVE da linha 7.

No entanto, uma vez que os encravamentos na calha das cavidades das SVE das linhas 7 e 11 aumentaram significativamente, procurou-se identificar as causas para o sucedido com a ajuda dos operadores e da equipa de Engenharia de Processo já que lidam com as máquinas diariamente.

O que se detetou foi que as rolhas, por vezes, permaneciam encravadas total ou parcialmente dentro da própria peça, impossibilitando o seu deslizamento para a entrada da calha (figura 34). Quando isso ocorria, os operadores consideravam como um encravamento na calha das cavidades da SVE, dado que esse encravamento acontecia à entrada da calha.

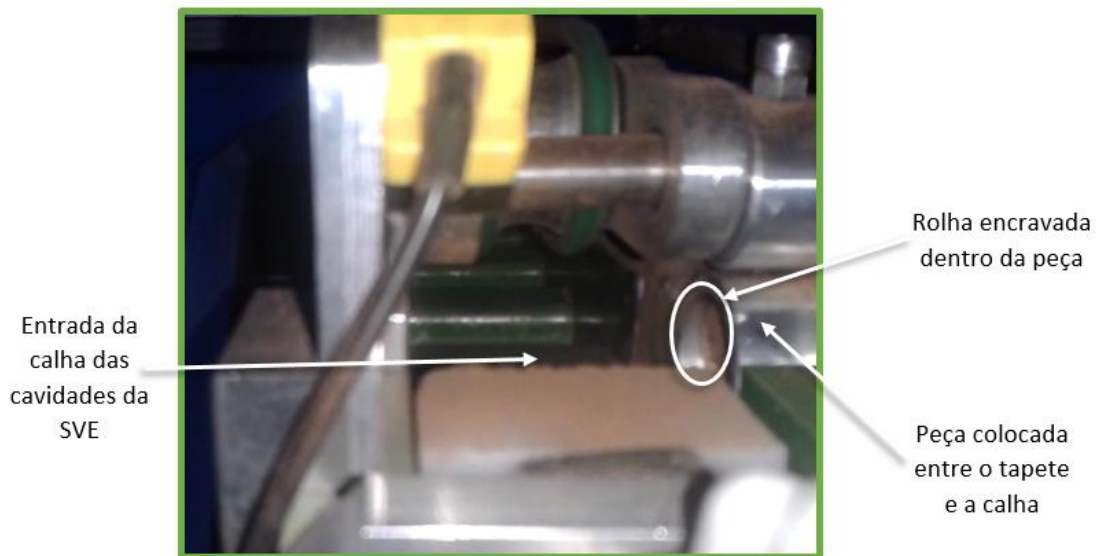


Figura 34 - Rolha encravada dentro da peça colocada entre o tapete e a calha

Como a peça que fazia a ligação entre o tapete da SVE e a calha tinha uma dada inclinação relativamente ao tapete e uma abertura com uma folga ligeira relativamente ao diâmetro das rolhas, bastava uma rolha ao sair do tapete não entrar na peça com a inclinação correta para não conseguir deslizar adequadamente para a entrada da calha, causando um encravamento.

Além disso, os operadores também mencionaram que, a partir do momento em que a peça foi colocada, os encravamentos à entrada da calha devido à rolha ficar inclinada após ser impulsionada pelo martelo (figura 29) aumentaram consideravelmente, o que não era esperado. Assim, é possível afirmar que as anomalias no posto 1 no período em que a peça esteve colocada reduziram porque os encravamentos devido à rolha ficar inclinada após ser impulsionada pelo martelo ocorriam principalmente à entrada da calha.

Visto que a colocação da peça não trouxe os resultados esperados, foram procuradas outras soluções para diminuir a ocorrência dos encravamentos na calha.

Após algumas horas de observação direta do martelo alimentador a impulsionar as rolhas para a calha das cavidades das SVE das várias linhas, identificou-se um possível motivo para as rolhas não avançarem na posição correta para a calha.

O comprimento do martelo alimentador de cada uma das linhas está definido consoante o mínimo comprimento das rolhas que a linha escolhe. Quando a linha escolhe uma rolha de maior tamanho, o martelo alimentador não acompanha todo o seu comprimento, existindo uma parte da rolha que não é impulsionada pelo martelo. Como a parte da rolha que não é impulsionada pelo martelo é a que se encontra em contacto com o topo da rolha seguinte presente no fim do tapete onde o atrito gerado é maior, a rolha não recebe a força necessária para vencer o atrito e avança

para a calha mal posicionada, podendo causar vários tipos de encravamentos na calha ou anomalias no posto 1.

Na figura 35 é possível visualizar o martelo a impulsionar duas rolhas com comprimentos distintos para a calha e o comprimento da rolha que este abrange. A linha a branco representada separa a rolha à entrada da calha a ser impulsionada pelo martelo da rolha seguinte presente no fim do tapete.

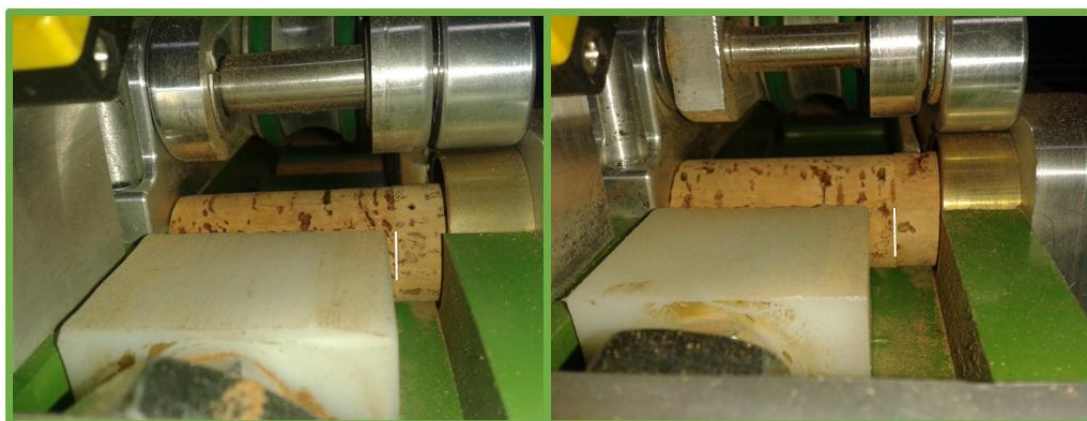


Figura 35 - Martelo a impulsionar uma rolha de comprimento 45 mm (à esquerda) e de 49 mm (à direita)

Posteriormente, analisou-se o número de encravamentos na calha das cavidades das SVE e o número de anomalias no posto 1, por comprimento de rolha, que ocorreram ao longo da realização do projeto nas onze linhas da segunda escolha.

Tabela 25 - Encravamentos na calha das cavidades das SVE ocorridos durante a realização do projeto

| Comprimento da rolha | Número de folhas de registo | Número de encravamentos na calha | Número médio de encravamentos/folha de registo |
|----------------------|-----------------------------|----------------------------------|--|
| 45 mm | 2 944 | 12 256 | 4,16 |
| 49 mm | 2 047 | 14 917 | 7,29 |
| 54 mm | 176 | 1 523 | 8,65 |

Tabela 26 - Anomalias no posto 1 das SVE ocorridas durante a realização do projeto

| Comprimento da rolha | Número de folhas de registo | Número de anomalias no posto 1 | Número médio de anomalias/folha de registo |
|----------------------|-----------------------------|--------------------------------|--|
| 45 mm | 2 944 | 8 730 | 2,97 |
| 49 mm | 2 047 | 7 174 | 3,50 |
| 54 mm | 176 | 836 | 4,75 |

Analizando as tabelas 25 e 26 é possível verificar que existe uma relação direta entre o comprimento da rolha e o número médio, por folha de registo, de encravamentos na calha, como também entre o comprimento da rolha e o número médio de anomalias no posto 1. Assim, os valores obtidos corroboram o que era suspeitado: quanto maior o tamanho da rolha, maior o número médio, por folha de registo, de encravamentos na calha e de anomalias no posto 1.

Realça-se que os encravamentos observados na calha das cavidades das SVE, em rolhas de comprimento 45 mm (menor comprimento), ocorrem quando passam rolhas de qualidade inferior (mais porosas) pela calha, uma vez que perdem pequenos fragmentos de cortiça no seu normal movimento, o que é suficiente para causar um encravamento na calha.

Seguidamente, identificaram-se possíveis alterações a implementar para que as rolhas, quando impulsionadas pelo martelo, avancem na posição correta para a calha, contribuindo assim para a redução significativa dos encravamentos na calha e das anomalias no posto 1.

A alteração ideal a realizar é criar martelos para todos os tamanhos de rolhas que se escolhem nas linhas. Desta forma, o comprimento do martelo acompanha o comprimento da rolha, o que permite impulsionar toda a rolha e, consequentemente, a rolha avança sempre corretamente posicionada para a calha.

No entanto, como o espaço onde se encontra o martelo é reduzido (figura 36), a operação de troca do martelo pode não ser fácil de realizar pelos operadores, sendo importante garantir que o tempo despendido na realização dos *setups* é o mínimo possível.



Figura 36 - Martelo alimentador

Por esse motivo, outra sugestão de alteração a implementar caso a alteração anterior não seja viável é aumentar a peça que suporta o martelo alimentador (figura 37) e torná-la móvel. O comprimento do martelo continuaria a ser definido pelo mínimo comprimento de rolha que a linha escolhe, mas em vez da posição do martelo ser fixa, a peça que o contém seria móvel e ajustada consoante o comprimento da rolha de forma a que a parte que está em contacto com a rolha seguinte presente no fim do tapete seja sempre impulsionada pelo martelo (figura 38), já que é neste ponto que o atrito gerado é maior. Assim, numa rolha mais comprida, a parte não impulsionada pelo martelo seria a do lado do topo que está em contacto com a máquina, onde o atrito é praticamente nulo. Desta forma, acredita-se que o martelo ao impulsionar a rolha abrangendo a parte onde o atrito gerado é significativo, a rolha avançará na maioria das vezes para a calha corretamente posicionada.



Figura 37 - Peça que suporta o martelo alimentador

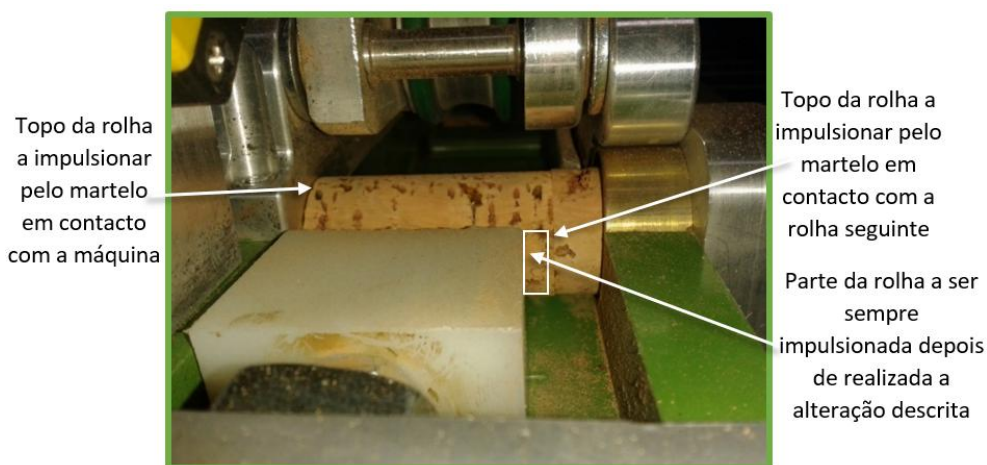


Figura 38 - Martelo a impulsionar uma rolha de comprimento 49 mm

Uma vez que o projeto se encontrava perto do fim, não foi possível implementar as alterações sugeridas, as quais devem ser testadas futuramente pela equipa de Engenharia de Processo. No entanto, acredita-se que a implementação de uma dessas alterações permitirá reduzir significativamente os encravamentos na calha das cavidades das SVE e as anomalias no posto 1.

Encravamento no tapete da SVE

Por último, os esforços de melhoria foram centrados nos encravamentos no tapete das SVE.

Depois de analisar atentamente os encravamentos no tapete e o *feedback* dos operadores, concluiu-se que entre o fim do centrífugo e o início do tapete existe uma folga e as rolhas, ao saírem do centrífugo, caem nesse espaço (figura 39). Posteriormente, a rolha ao avançar para o tapete, devido à inclinação a que é sujeita levanta e o seu topo ao colidir na parte superior da calha consecutivamente, contribui para que a abertura da calha fique com uma folga superior à permitida e, consequentemente, os topos das rolhas seguintes ficam encravados na abertura superior da calha do tapete (figura 40).

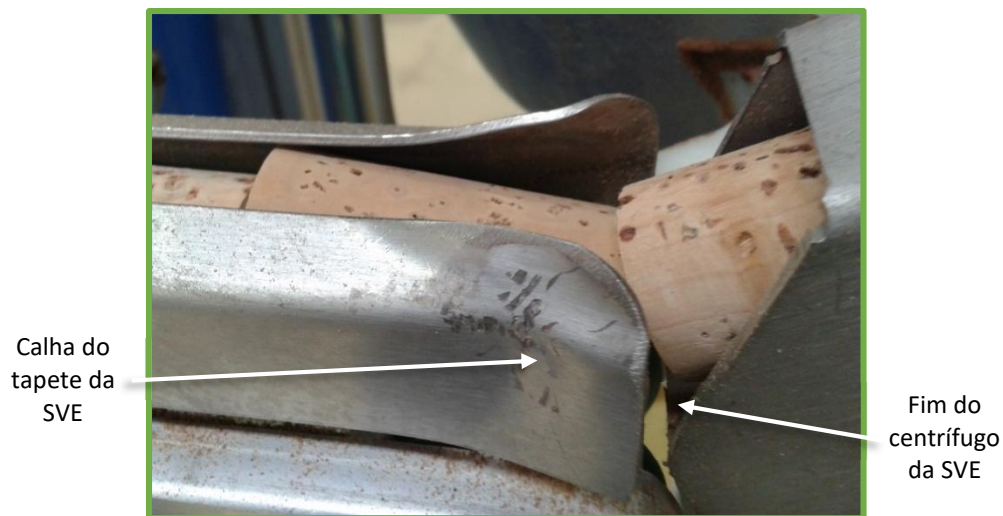


Figura 39 - Folga existente entre o fim do centrífugo e o início do tapete



Figura 40 - Topo de uma rolha encravado na abertura superior da calha do tapete

Para evitar a ocorrência deste tipo de encravamento, a folga entre o fim do centrífugo e o início do tapete foi completamente eliminada para que as rolhas ao saírem do centrífugo entrem imediatamente no tapete sem serem sujeitas a qualquer inclinação, deixando de encravar na abertura superior existente na calha do tapete (figura 41).



Figura 41 - Posição da rolha à entrada do tapete após a realização da alteração

A alteração descrita foi implementada nas SVE das linhas 7 e 11, as quais funcionaram como piloto, no momento em que foi colocada a peça já referida entre o fim do tapete e a calha dessas

SVE (ver figura 30). Os encravamentos que ocorreram no tapete, antes e após a alteração, foram analisados aquando da análise dos encravamentos na calha após a remoção da peça.

Tabela 27 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 7 antes e após a alteração

| Encravamentos no tapete da SVE (linha 7) | Antes da alteração | Depois da alteração |
|---|--------------------|---------------------|
| Número de encravamentos | 477 | 194 |
| Número de turnos | 242 | 54 |
| Número médio de encravamentos/turno | 1,97 | 3,59 |

Tabela 28 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 11 antes e após a alteração

| Encravamentos no tapete da SVE (linha 11) | Antes da alteração | Depois da alteração |
|--|--------------------|---------------------|
| Número de encravamentos | 1 473 | 420 |
| Número de turnos | 260 | 42 |
| Número médio de encravamentos/turno | 5,67 | 10,00 |

Analisando as tabelas 27 e 28 conclui-se que o número médio de encravamentos, por turno, no tapete da SVE da linha 7 após a realização da alteração aumentou aproximadamente 82%, enquanto que na linha 11 aumentou 77%.

Este não era o impacto esperado e, por esse motivo, tentou-se compreender o sucedido junto dos operadores e da equipa de Engenharia de Processo.

Com a colocação da peça entre o fim do tapete e a calha das SVE, a rolha, ao entrar na peça, era sujeita à inclinação existente. Quando a rolha entrava na peça e inclinava, o seu topo, muitas vezes, encravava na abertura superior da calha do tapete (figura 42).



Figura 42 - Topo da rolha encravado na abertura superior da calha do tapete após entrar na peça

Segundo os operadores, com a eliminação da folga que existia entre o fim do centrífugo e o início do tapete, os encravamentos reduziram significativamente no início do tapete. No entanto, começaram a ocorrer encravamentos no fim do tapete quando a rolha entrava na peça colocada entre o fim do tapete e a calha. Este foi outro tipo de encravamento originado pela colocação da peça.

Após a peça ser retirada, uma vez que não foram obtidos os resultados esperados com a sua colocação, já foi possível perceber qual o impacto real da alteração realizada entre o fim do centrífugo e o início do tapete, uma vez que os encravamentos no fim do tapete deixaram de ocorrer.

Nas tabelas 29 e 30 encontra-se o número de encravamentos nos tapetes das linhas 7 e 11 antes de qualquer alteração e após a realização da alteração entre o fim do centrífugo e o início do tapete, sem a peça entre o fim do tapete e a calha.

Tabela 29 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 7 antes e após a alteração sem a peça

| Encravamentos no tapete da SVE (linha 7) | Antes da alteração | Depois da alteração sem a peça |
|---|-----------------------|-----------------------------------|
| Número de encravamentos | 477 | 25 |
| Número de turnos | 242 | 45 |
| Número médio de encravamentos/turno | 1,97 | 0,56 |

Tabela 30 - Número de encravamentos no tapete da SVE da linha 11 antes e após a alteração sem a peça

| Encravamentos no tapete da SVE (linha 11) | Antes da alteração | Depois da alteração sem a peça |
|--|-----------------------|--------------------------------|
| Número de encravamentos | 1 473 | 47 |
| Número de turnos | 260 | 39 |
| Número médio de encravamentos/turno | 5,67 | 1,21 |

Pela análise dos resultados obtidos, pode-se concluir que a alteração realizada entre o fim do centrífugo e o início do tapete permitiu reduzir o número médio de encravamentos, por turno, no tapete da SVE da linha 7 em 72%, enquanto que na linha 11 reduziu em, aproximadamente, 79%. Por este motivo, justifica-se a implementação desta alteração nos tapetes das SVE das restantes linhas.

Os encravamentos que ainda se observam nessas linhas ocorrem quando as rolhas se posicionam precisamente no local que une o fim do centrífugo ao início do tapete. Posteriormente, quando as rolhas avançam para o tapete, devido à ligeira inclinação a que são sujeitas levantam e

os seus topos, ao colidirem na parte superior da calha consecutivamente, contribuem para que a abertura da calha fique com uma folga superior à permitida e, conseqüentemente, os topos das rolhas seguintes ficam encravados (figura 40).

No entanto, uma possível sugestão de melhoria para eliminar totalmente os encravamentos que ocorrem atualmente é colocar um reforço móvel (em aço, por exemplo) para que a abertura superior da calha do tapete nunca seja superior à permitida. Assim, sempre que o operador necessite de retirar a para ou mistura do tapete, como o reforço é móvel, basta abri-lo. O reforço, ao manter a abertura superior da calha permitida, ia garantir que as rolhas mesmo que levantassem, nunca conseguissem ficar encravadas, prosseguindo o seu movimento.

No anexo L encontra-se um resumo de todas as alterações realizadas para diminuir a ocorrência de cada uma das causas mais significativas, bem como o respetivo impacto da implementação dessas alterações. Além disso, encontram-se identificadas propostas de alterações que não foram testadas devido ao término do projeto.

4.4.2. Análise da distribuição das tarefas pelos operadores da segunda escolha

Uma vez que o tempo improdutivo associado à ocorrência de uma micro paragem depende essencialmente do tempo de espera da máquina para a sua resolução, uma ação tão simples como distribuir corretamente todas as tarefas a realizar pelos operadores, pode reduzir significativamente o tempo de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem, o que se reflete na melhoria da eficiência do setor.

Por esse motivo, analisou-se a distribuição das onze linhas da segunda escolha pelos operadores, bem como as atividades realizadas pelos mesmos com o intuito de despoletar eventuais ações de melhoria.

Posteriormente, realizaram-se redistribuições das tarefas pelos operadores, as quais foram acompanhadas com a análise de indicadores fulcrais para perceber qual o impacto da sua realização, para se seleccionar a melhor distribuição das tarefas a aplicar aos operadores da segunda escolha.

4.4.2.1. Análise da distribuição inicial das tarefas pelos operadores

Inicialmente, as 11 linhas da segunda escolha encontravam-se distribuídas pelos 3 operadores, isto é, existiam três grupos de linhas (ver figura 11). Além de atenderem as máquinas quando ocorria uma paragem, os operadores também realizavam todas as outras tarefas necessárias ao bom funcionamento da segunda escolha, as quais se encontram detalhadas na tabela 5.

Como cada operador tinha a seu cargo várias tarefas para realizar, quando ocorria uma micro paragem as máquinas podiam ficar inoperacionais durante um período de tempo significativo. Por este motivo, foi realizado um estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma micro paragem, o qual já foi referido anteriormente neste projeto (subcapítulo 4.2). Nesse estudo, concluiu-se que o tempo médio de espera de uma máquina quando ocorria uma micro paragem era de 1 minuto e 15 segundos.

No entanto, durante a realização do estudo, além de se preencher os campos necessários para estimar o tempo de espera de uma máquina, também foram registadas sempre que possível, no mesmo formulário (anexo D), todas as outras tarefas realizadas pelos operadores e os respetivos instantes de início e de fim com o intuito de perceber o quanto poderiam afetar o tempo de espera das máquinas quando ocorria uma micro paragem. As observações registadas podem ser consultadas no anexo G. Na tabela 31 encontra-se a duração média de algumas tarefas realizadas pelos operadores além do atendimento das máquinas quando ocorre uma paragem.

Tabela 31 - Algumas tarefas realizadas pelos operadores na distribuição inicial e a sua duração média

| Descrição da tarefa | Duração média (hh:mm:ss) |
|---|--------------------------|
| Realizar o autocontrolo visual a uma saída de uma máquina de escolha (EE3D) | 00:01:29 |
| Realizar a limpeza das máquinas que constituem uma linha | 00:00:48 |
| Movimentar os meios de armazenamento cheios para o local adequado | 00:00:46 |
| Registar os meios de armazenamento cheios no PPAI | 00:00:43 |

Analisando a duração média das tarefas na tabela 31, é possível concluir que a sua execução por parte dos operadores podia refletir-se em tempos de espera das máquinas significativos quando ocorria uma micro paragem. Por exemplo, quando um operador movimenta os meios de armazenamento cheios para o local adequado e faz o respetivo registo no PPAI demora, em média, 1 minuto e 29 segundos.

Durante a realização do estudo para estimar o tempo de espera das máquinas, observou-se que os operadores como tinham várias tarefas para realizar só se preocupavam em procurar meios de armazenamento vazios para substituição quando realmente necessitavam, o que resultava na paragem desnecessária das linhas. Outro ponto a salientar é que o registo das paragens que ocorriam acabava muitas vezes por ser esquecido pelos operadores, mesmo quando eram sensibilizados para a importância desse registo.

Perante isto, achou-se fulcral redistribuir as tarefas pelos três operadores da segunda escolha de forma a que estes estejam mais focados nas suas tarefas, mas também para que o tempo de espera de uma máquina quando ocorre uma micro paragem seja o mínimo possível.

4.4.2.2. Implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores

A redistribuição das tarefas pelos operadores foi realizada principalmente com o intuito de diminuir o tempo de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem, com vista à melhoria da eficiência das linhas que constituem a segunda escolha. Por esse motivo, um dos operadores ficou unicamente responsável por atender as máquinas de todas as linhas quando ocorria uma paragem e por preencher corretamente a folha de registo de produção e paragens. As restantes tarefas foram divididas pelos outros dois operadores, os quais foram denominados por operadores logísticos (ver tabela 32).

Tabela 32 - Tarefas realizadas pelos operadores após a implementação da primeira redistribuição

| Operador | Nº | Descrição da tarefa |
|-----------------------------|----|---|
| Operador de máquinas | 1 | Atender as máquinas que constituem todas as linhas quando ocorre uma paragem |
| | 2 | Preencher corretamente a folha de registo de produção e paragens |
| Operadores logísticos 1 e 2 | 1 | Realizar a limpeza das máquinas que constituem todas as linhas |
| | 2 | Realizar os <i>setups</i> de todas as linhas enquanto o operador de máquinas continua a vigiar as suas linhas |
| | 3 | Realizar o autocontrolo visual a todas as saídas das máquinas EE3D |
| | 4 | Garantir a existência de meios de armazenamento vazios em todas as linhas para o tempo despendido na mudança de meio de armazenamento ser o mínimo possível |
| | 5 | Movimentar os meios de armazenamento cheios de todas as linhas para o local adequado e fazer o respetivo registo no PPAI. |

Realça-se que o atendimento das máquinas era uma preocupação constante dos operadores na distribuição inicial e, muitas vezes, estes tinham que tomar decisões quanto à prioridade da realização das várias tarefas o que resultava na sua desorientação. Este problema, com a presente distribuição, foi resolvido. Além disso, embora as linhas parassem por não existirem meios de armazenamento vazios para substituição, isso passou a ocorrer esporadicamente quando estes ainda não haviam sido libertados por outros setores, já que os operadores logísticos tinham que garantir a sua existência em todas as linhas, quando necessário.

A presente redistribuição das tarefas pelos operadores foi implementada apenas no 2º turno pois era o único turno possível de acompanhar durante o horário de trabalho para perceber qual o impacto da realização da redistribuição na segunda escolha.

Logo após a implementação da redistribuição, foi realizado um novo estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorria uma micro paragem. As observações registadas nesse estudo encontram-se no anexo M. O tempo médio de espera obtido foi de 53 segundos, ou seja, inferior ao observado na distribuição inicial, o que era desejado com a realização da redistribuição.

Esta redistribuição esteve implementada durante 20 dias. Posteriormente, analisou-se a eficiência média das linhas obtida durante esse período, a qual se comparou com a observada quando ainda estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores.

Apesar de, ao longo da realização deste projeto, também terem sido realizadas alterações técnicas nas máquinas na tentativa de diminuir a ocorrência de micro paragens, como essas alterações foram realizadas maioritariamente em máquinas piloto, o impacto observado na eficiência do setor deve-se essencialmente à redistribuição das tarefas pelos operadores com o intuito de diminuir o tempo de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem.

Tabela 33 - Eficiência média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores

| Eficiência média no 2º turno | | | |
|------------------------------|----------------------|-------------------------|---------------|
| Linhas | Distribuição inicial | Primeira redistribuição | Diferença |
| 1 | 72,13% | 69,36% | -2,77% |
| 2 | 73,29% | 76,93% | 3,64% |
| 3 | 86,05% | 85,94% | -0,11% |
| 4 | 85,26% | 80,93% | -4,33% |
| 5 | 78,49% | 83,46% | 4,97% |
| 6 | 78,90% | 79,90% | 1,01% |
| 7 | 82,55% | 74,29% | -8,26% |
| 8 | 79,20% | 78,79% | -0,42% |
| 9 | 80,10% | 80,03% | -0,07% |
| 10 | 77,03% | 75,87% | -1,17% |
| 11 | 80,85% | 74,59% | -6,26% |
| 1 e 2 | 72,71% | 73,15% | 0,44% |
| 3 a 11 | 80,94% | 79,31% | -1,63% |

Observando a tabela 33 constata-se que com a implementação da primeira redistribuição a eficiência das linhas 1 e 2 aumentou, em média, 0,44 pontos percentuais por turno, enquanto que nas linhas 3 a 11 diminuiu, em média, 1,63 pontos percentuais.

No entanto, a implementação da redistribuição das tarefas pelos operadores para tentar diminuir o tempo de espera das máquinas e, conseqüentemente, o tempo improdutivo associado à ocorrência de micro paragens, não tem só repercussões na eficiência, mas também na produção da segunda escolha já que essas paragens são um fator que a influencia. Por esse motivo, analisou-se também a produção média das linhas após a realização da redistribuição, a qual se comparou com a observada quando estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores (tabela 34).

Tabela 34 - Produção média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da primeira redistribuição das tarefas pelos operadores

| Produção média no 2º turno | | | |
|----------------------------|----------------------|-------------------------|--------------|
| Linhas | Distribuição inicial | Primeira redistribuição | Diferença |
| 1 | 50 140 | 52 987 | 2 847 |
| 2 | 46 308 | 57 831 | 11 523 |
| 3 | 66 964 | 66 505 | -459 |
| 4 | 65 769 | 63 824 | -1 946 |
| 5 | 59 995 | 66 385 | 6 390 |
| 6 | 57 551 | 60 041 | 2 490 |
| 7 | 62 424 | 56 575 | -5 849 |
| 8 | 60 907 | 62 152 | 1 245 |
| 9 | 62 127 | 61 751 | -376 |
| 10 | 59 974 | 60 522 | 548 |
| 11 | 61 842 | 58 908 | -2 934 |
| 1 e 2 | 48 224 | 55 409 | 7 185 |
| 3 a 11 | 61 950 | 61 851 | -99 |

Analisando os resultados obtidos pode-se concluir que durante o período em que a primeira redistribuição esteve implementada a produção das linhas 1 e 2 aumentou, em média, 7 185 rolhas por turno (14,9%), enquanto que nas linhas 3 a 11 diminuiu, em média, 99 rolhas (0,2%).

Desta forma, pode-se concluir que a realização da redistribuição das tarefas pelos operadores não trouxe os resultados esperados já que a eficiência e a produção média nas linhas 1 e 2 aumentaram, mas o mesmo não se verificou nas linhas 3 a 11.

É importante salientar que durante a realização do estudo para estimar o tempo de espera das máquinas após a implementação da redistribuição, verificou-se que o operador responsável por atender as máquinas de todas as linhas tinha que percorrer uma distância considerável. Assim, quando ocorriam micro paragens simultaneamente em várias máquinas, estas acabavam por esperar pelo operador um tempo significativo. O reflexo disso é a diminuição da eficiência e da produção média que se observou nas linhas 3 a 11 após a implementação da primeira redistribuição.

Apesar do tempo médio de espera das máquinas no estudo realizado ter reduzido para 53 segundos, realça-se que isso pode não ter sido o reflexo da realidade dado que o número de observações registadas não foi o suficiente face ao número mínimo de observações calculado tendo em conta um nível de confiança de 90% e uma precisão de 10% (tabela 35).

Tabela 35 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina após a implementação da primeira redistribuição

| | |
|---|----------|
| z - Nível de confiança 90% | 1,645 |
| s - Desvio padrão da amostra (hh:mm:ss) | 00:00:43 |
| a - Precisão 10% | 0,1 |
| \bar{x} - Média da amostra (hh:mm:ss) | 00:00:53 |
| Número real de observações | 145 |
| Número teórico de observações (Nível de confiança=90%; Precisão=10%) | 180 |

Uma vez que a implementação da redistribuição não estava a ter os impactos esperados e o projeto se encontrava próximo do fim, não foram registadas mais observações para confirmar o tempo médio de espera das máquinas obtido, já que a prioridade era encontrar uma redistribuição das tarefas que trouxesse resultados positivos para o setor.

O passo seguinte passou por tentar perceber o porquê da redistribuição realizada não ter tido impactos positivos no setor. Para isso, uma vez que apenas um operador estava responsável por atender as máquinas de todas as linhas quando ocorria uma paragem, calculou-se a carga de trabalho aproximada desse operador através da análise do tempo total improdutivo devido à ocorrência de micro paragens nos meses passados até ao momento da realização da análise. Além disso, calculou-se a carga de trabalho aproximada para dois e três operadores atenderem as máquinas de todas as linhas quando ocorre uma micro paragem para auxiliar na implementação de uma nova redistribuição. O cálculo da carga de trabalho por operador foi efetuado de acordo com a seguinte fórmula:

$$\text{Carga de trabalho por operador} = \frac{\text{Tempo total em micro paragens/turno(h)}}{7,5 \text{ horas} \times \text{N}^{\circ} \text{ de operadores}} \quad (15)$$

Tabela 36 - Carga de trabalho para um, dois e três operadores a atender as máquinas que constituem as linhas

| | Nov/Dez | Jan | Fev | Mar |
|--|---------|--------|--------|--------|
| Tempo total em micro paragens (h) | 607,77 | 499,05 | 562,68 | 571,15 |
| Número de turnos | 66 | 56 | 57 | 63 |
| Tempo total em micro paragens/turno (h) | 9,2 | 8,91 | 9,87 | 9,07 |
| Carga de trabalho para um operador atender as máquinas | 123% | 119% | 132% | 121% |
| Carga de trabalho para dois operadores atenderem as máquinas | 61% | 59% | 66% | 60% |
| Carga de trabalho para três operadores atenderem as máquinas | 41% | 40% | 44% | 40% |

Analisando a tabela 36 constata-se que a carga de trabalho para apenas um operador atender as máquinas de todas as linhas, em todos os meses analisados, é superior a 100%. Isto comprova que a redistribuição das tarefas realizada não era viável, dado que em alguns momentos devido a várias micro paragens ocorrerem em simultâneo, as máquinas estavam à espera da intervenção do operador durante um período de tempo considerável.

Visto que não foram obtidos os resultados desejados com a implementação da primeira redistribuição, realizou-se uma segunda redistribuição das tarefas pelos operadores no 2º turno, a qual será descrita no subcapítulo seguinte.

4.4.2.3. Implementação da segunda redistribuição das tarefas pelos operadores

Como já referido, as tarefas foram redistribuídas pelos operadores com o objetivo de reduzir o tempo de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem e, consequentemente, o tempo improdutivo associado a essas paragens. No entanto, como a primeira redistribuição não trouxe resultados positivos para o setor, implementou-se uma segunda redistribuição das tarefas pelos operadores.

Observando a tabela 36 verifica-se que a carga de trabalho para dois operadores atenderem as máquinas quando ocorre uma micro paragem é, em média, de 62%, o que permite que realizem mais algumas tarefas. Por esse motivo, um dos operadores ficou responsável por atender as máquinas de seis linhas e outro por atender as restantes cinco linhas. Esses operadores além de atenderem as máquinas quando ocorre uma paragem, também preenchem a folha de registo de

produção e paragens, realizam a limpeza e o autocontrolo visual das máquinas EE3D das suas linhas uma vez que são tarefas cuja realização não obriga a que os operadores se afastem das máquinas, não comprometendo assim o tempo de espera das mesmas. O outro operador, denominado operador logístico, ficou responsável por realizar as restantes tarefas necessárias ao bom funcionamento da segunda escolha. A distribuição das onze linhas pelos três operadores encontra-se representada na figura 43 e as tarefas realizadas pelos mesmos estão detalhadas na tabela 37.

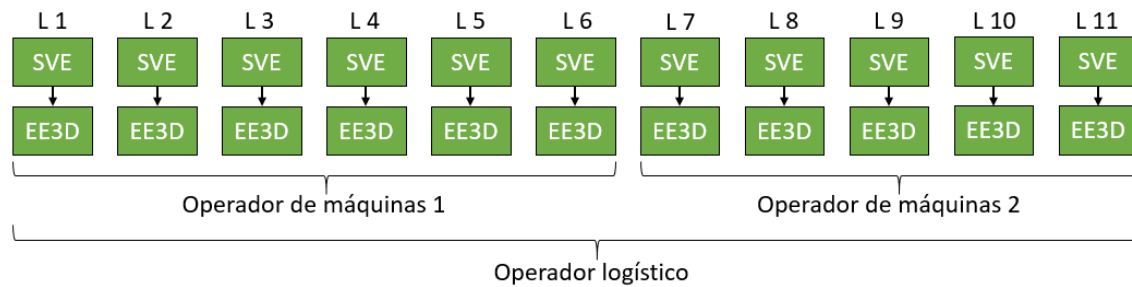


Figura 43 - Distribuição das onze linhas pelos três operadores após a implementação da segunda redistribuição

Tabela 37 - Tarefas realizadas pelos operadores após a implementação da segunda redistribuição

| Operador | Nº | Descrição da tarefa |
|----------------------------|----|---|
| Operador de máquinas 1 e 2 | 1 | Atender as máquinas que constituem as linhas pelas quais está responsável quando ocorre uma paragem |
| | 2 | Preencher corretamente a folha de registo de produção e paragens |
| | 3 | Realizar o autocontrolo visual a todas as saídas das máquinas EE3D pelas quais está responsável |
| | 4 | Realizar a limpeza das máquinas que constituem as linhas pelas quais está responsável |
| | 5 | Auxiliar o operador logístico a realizar o <i>setup</i> das suas linhas apenas quando necessário |
| Operador logístico | 1 | Realizar os <i>setups</i> de todas as linhas sempre que possível enquanto os operadores 1 e 2 continuam a vigiar as suas linhas |
| | 2 | Garantir a existência de meios de armazenamento vazios em todas as linhas para o tempo despendido na mudança de meio de armazenamento ser o mínimo possível |
| | 3 | Movimentar os meios de armazenamento cheios de todas as linhas para o local adequado e fazer o respetivo registo no PPAI |
| | 4 | O operador logístico sempre que possível deve auxiliar os operadores de máquinas 1 e 2 a atender as máquinas quando ocorre uma paragem |

Depois da segunda redistribuição ser implementada, foi realizado um novo estudo para estimar o tempo de espera de uma máquina quando ocorre uma micro paragem. As observações registadas encontram-se no anexo N. Nesse estudo, o tempo médio de espera obtido foi de 46 segundos, o qual é inferior ao observado na distribuição inicial (1 minuto e 15 segundos) e após a implementação da primeira redistribuição (53 segundos), o que é benéfico.

É de realçar que, nesse estudo, o número de observações registadas foi superior ao número mínimo de observações calculado tendo em conta um nível de confiança de 90% e uma precisão de 10% (tabela 38). Assim, foi garantida a significância estatística definida.

Tabela 38 - Número real e número teórico de observações para estimar o tempo de espera de uma máquina após a implementação da segunda redistribuição

| | |
|---|----------|
| z - Nível de confiança 90% | 1,645 |
| s - Desvio padrão da amostra (hh:mm:ss) | 00:00:42 |
| a - Precisão 10% | 0,1 |
| \bar{x} - Média da amostra (hh:mm:ss) | 00:00:46 |
| Número real de observações | 233 |
| Número teórico de observações (Nível de confiança=90%; Precisão=10%) | 229 |

Ao fim de 23 dias da implementação da presente redistribuição, como o término do projeto estava próximo, analisou-se a eficiência média das linhas obtida durante esse período, a qual se comparou com a observada quando ainda estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores.

Observando a tabela 39 constata-se que com a implementação da segunda redistribuição a eficiência das linhas 1 e 2 aumentou, em média, 3,67 pontos percentuais por turno, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou, em média, 2,98 pontos percentuais.

Note-se que o decréscimo da eficiência observado apenas na linha 7 após a implementação da segunda redistribuição, deve-se à capacidade das cavidades da SVE para três rolhas, o que provoca encravamentos constantes na calha das cavidades, um problema já referido anteriormente.

Tabela 39 - Eficiência média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da segunda redistribuição

| Eficiência média no 2º turno | | | |
|------------------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Linhas | Distribuição inicial | Segunda redistribuição | Diferença |
| 1 | 72,13% | 75,36% | 3,23% |
| 2 | 73,29% | 77,41% | 4,12% |
| 3 | 86,05% | 86,05% | 0,00% |
| 4 | 85,26% | 86,41% | 1,15% |
| 5 | 78,49% | 81,26% | 2,77% |
| 6 | 78,90% | 79,85% | 0,96% |
| 7 | 82,55% | 80,40% | -2,15% |
| 8 | 79,20% | 86,78% | 7,57% |
| 9 | 80,10% | 86,99% | 6,89% |
| 10 | 77,03% | 82,80% | 5,77% |
| 11 | 80,85% | 84,76% | 3,90% |
| 1 e 2 | 72,71% | 76,38% | 3,67% |
| 3 a 11 | 80,94% | 83,92% | 2,98% |

Tabela 40 - Produção média das linhas na distribuição inicial e após a implementação da segunda redistribuição

| Produção média no 2º turno | | | |
|----------------------------|----------------------|------------------------|--------------|
| Linhas | Distribuição inicial | Segunda redistribuição | Diferença |
| 1 | 50 140 | 53 982 | 3 842 |
| 2 | 46 308 | 59 280 | 12 972 |
| 3 | 66 964 | 67 341 | 377 |
| 4 | 65 769 | 63 254 | -2 516 |
| 5 | 59 995 | 61 421 | 1 426 |
| 6 | 57 551 | 60 126 | 2 575 |
| 7 | 62 424 | 61 417 | -1 006 |
| 8 | 60 907 | 66 969 | 6 061 |
| 9 | 62 127 | 67 868 | 5 741 |
| 10 | 59 974 | 65 422 | 5 447 |
| 11 | 61 842 | 64 555 | 2 712 |
| 1 e 2 | 48 224 | 56 631 | 8 407 |
| 3 a 11 | 61 950 | 64 264 | 2 313 |

Posteriormente, também se analisou a produção média das linhas após a realização da segunda redistribuição e comparou-se com a observada quando estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores (tabela 40).

Analisando os resultados obtidos pode-se concluir que durante o período em que a segunda redistribuição esteve implementada a produção das linhas 1 e 2 aumentou, em média, 8 407 rolhas por turno, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou, em média, 2 313 rolhas. Isso refletiu-se num aumento da produção no 2º turno de 37 633 rolhas, ou seja, num aumento de aproximadamente 6% relativamente à produção observada quando estava aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos operadores.

Em suma, com a implementação da segunda redistribuição no 2º turno, o tempo médio de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem reduziu em aproximadamente 39% em relação ao observado na distribuição inicial, o que contribuiu para o aumento da eficiência e da produção na segunda escolha. No entanto, também é importante realçar que cada operador passou a estar focado na realização de menos tarefas, o que contribuiu para o incremento da sua motivação. Ainda assim, foi sugerido à responsável do setor realizar um plano de rotação das tarefas pelos operadores para que estes se encontrem habilitados a executar qualquer tarefa na segunda escolha quando necessário.

Devido ao impacto positivo da segunda redistribuição das tarefas pelos operadores esta continuou aplicada no 2º turno e foi estendida ao 1º e 3º turnos.

4.5. Análise final de indicadores relevantes

4.5.1. Eficiência e OEE das linhas

Após a implementação da segunda redistribuição das tarefas pelos operadores no 1º e 3º turnos, analisou-se o indicador OEE assim como os seus fatores nas semanas seguintes. Na figura 44 e na tabela 41 encontram-se a média do OEE das linhas e dos seus fatores nas semanas 19 à 21 de 2016. Os valores do OEE e dos seus fatores obtidos em cada uma das semanas podem ser consultados no anexo O.

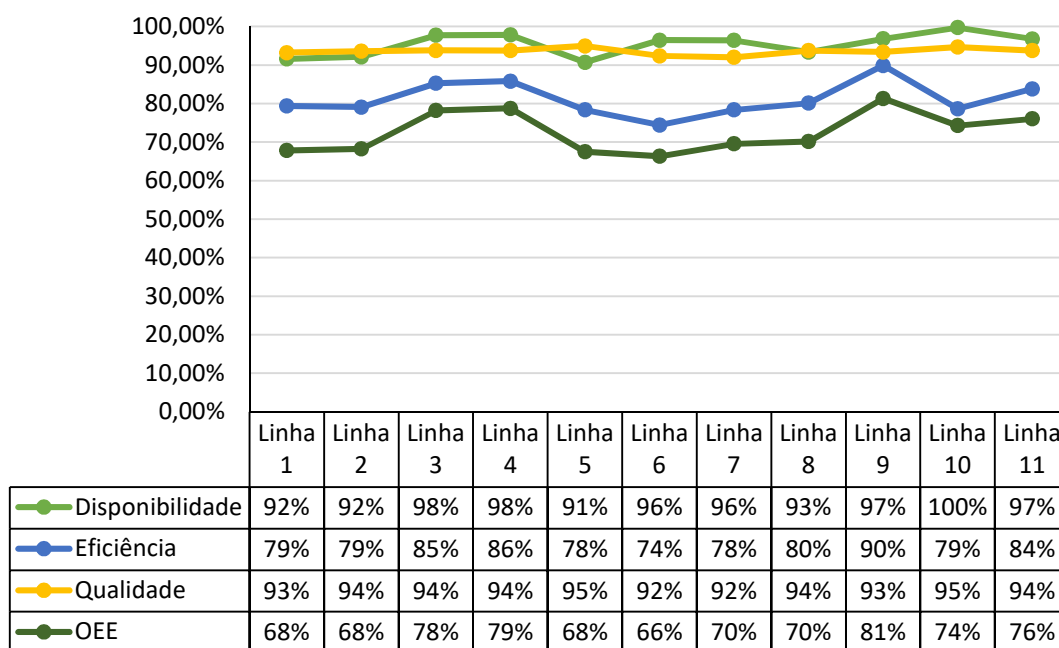


Figura 44 - Média do OEE das linhas e dos seus fatores nas semanas 19 à 21

Tabela 41 - Média do OEE e dos seus fatores nos 2 grupos de linhas (semanas 19 à 21)

| Linhas | Disponibilidade | Eficiência | Qualidade | OEE |
|------------------------|-----------------|------------|------------|------------|
| 1 e 2 | 92% | 79% | 93% | 68% |
| 3 a 11 | 96% | 82% | 94% | 74% |
| Nakajima (1988) | 90% | 95% | 99% | 85% |

Posteriormente, comparou-se a média da eficiência e do OEE obtida nos dois grupos de linhas nas semanas 19 à 21 com a observada no início do desenvolvimento deste projeto (tabela 16) já que ainda não tinham sido realizadas quaisquer ações com vista à melhoria da eficiência e, consequentemente, do OEE das linhas.

Tabela 42 - Comparação da eficiência média nos 2 grupos de linhas no início e no fim deste projeto

| Eficiência média | | | |
|------------------|-----------------|-----------------|-----------|
| Linhas | Semanas 47 à 52 | Semanas 19 à 21 | Diferença |
| 1 e 2 | 71% | 79% | 8% |
| 3 a 11 | 78% | 82% | 4% |

Analisando a tabela 42 verifica-se que a eficiência das linhas 1 e 2 aumentou 8 pontos percentuais, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou 4 pontos percentuais.

Tabela 43 - Comparação do OEE médio nos 2 grupos de linhas no início e no fim deste projeto

| OEE médio | | | |
|-----------|-----------------|-----------------|------------|
| Linhas | Semanas 47 à 52 | Semanas 19 à 21 | Diferença |
| 1 e 2 | 54% | 68% | 14% |
| 3 a 11 | 69% | 74% | 5% |

Relativamente ao OEE, observando os resultados obtidos (tabela 43), constata-se que nas linhas 1 e 2 aumentou 14 pontos percentuais, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou 5 pontos percentuais.

4.5.2. Produção das linhas

Adicionalmente, também se comparou a produção média por turno (considerando os 3 turnos) observada no início do desenvolvimento deste projeto (semanas 47 à 52) com a obtida nas semanas 19 à 21. Como as micro paragens são um dos fatores que influenciam a produção espera-se que as ações realizadas com vista a reduzir o tempo improdutivo associado à ocorrência dessas paragens também se reflitam na produção da segunda escolha.

Tabela 44 - Comparação da produção média das linhas no início e no fim deste projeto

| Produção média por turno (considerando os 3 turnos) | | | |
|---|-----------------|-----------------|--------------|
| Linhas | Semanas 47 à 52 | Semanas 19 à 21 | Diferença |
| 1 | 54 812 | 58 495 | 3 683 |
| 2 | 46 040 | 58 432 | 12 392 |
| 3 | 62 468 | 66 359 | 3 891 |
| 4 | 64 862 | 66 723 | 1 861 |
| 5 | 51 943 | 58 081 | 6 138 |
| 6 | 59 549 | 57 467 | -2 083 |
| 7 | 56 674 | 59 810 | 3 135 |
| 8 | 60 017 | 62 550 | 2 533 |
| 9 | 57 151 | 69 340 | 12 189 |
| 10 | 59 965 | 63 108 | 3 143 |
| 11 | 68 216 | 64 877 | -3 339 |
| 1 e 2 | 50 426 | 58 464 | 8 038 |
| 3 a 11 | 60 094 | 63 146 | 3 052 |

Observando a tabela 44 conclui-se que a produção das linhas 1 e 2 aumentou, em média, 8 038 rolhas por turno, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou, em média, 3 052 rolhas. Isso refletiu-se num aumento da produção por turno de 43 544 rolhas, ou seja, num aumento de aproximadamente 7%. Assim, numa perspetiva mais abrangente, estima-se um aumento da produção ao ano de, aproximadamente, 29 392 000 rolhas.

No entanto, nas linhas 6 e 11 observa-se uma redução da produção. Depois de analisar atentamente as figuras 13 e 44 observou-se uma diminuição da eficiência na linha 6 de 4 pontos percentuais e na linha 11 de 3 pontos percentuais.

Apesar do tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens ter diminuído pela redução do tempo de espera das máquinas, durante a realização dos estudos para estimar o tempo de espera das máquinas, observou-se que os operadores, por vezes, não se apercebiam da sinalização que indicava que as máquinas estavam paradas. Por esse motivo, acredita-se que as linhas 6 e 11 estão à espera de ser atendidas durante um tempo superior comparativamente às restantes linhas por estarem no extremo do conjunto de máquinas da responsabilidade de cada operador, o que dificulta a visualização da sinalização.

Como se pode observar na figura 45, a sinalização do estado das máquinas acaba por não ser visível em qualquer local que o operador esteja devido às próprias máquinas encobrirem-na.



Figura 45 - Localização atual da sinalização do estado das máquinas

Uma proposta de melhoria a implementar é colocar a sinalização numa posição de maior visibilidade, por exemplo, em cima da “girafa” (figura 46), já que dessa forma o operador tem visibilidade em qualquer lugar que esteja. No entanto, caso esta medida não seja viável, uma hipótese a testar é simplesmente elevar a sinalização existente.



Figura 46 - Localização potencial da sinalização do estado das máquinas

5. Conclusão, Limitações e Trabalho Futuro

5.1. Conclusão

Com o presente projeto pretendia-se aplicar a métrica OEE na segunda escolha para identificar as perdas relacionadas com os equipamentos que constituem as onze linhas e avaliar a capacidade de produção dos mesmos para, posteriormente, proceder-se à implementação de alterações que permitissem aumentar a eficácia dos equipamentos e, conseqüentemente, a produção na segunda escolha.

Para a correta implementação da métrica OEE na segunda escolha, considerou-se uma abordagem para o cálculo aproximado do OEE das linhas em detrimento da abordagem tradicional do cálculo do OEE de um equipamento individual, uma vez que as duas máquinas (SVE e EE3D) que constituem as linhas não são independentes e influenciam-se mutuamente. A abordagem para o cálculo aproximado do OEE da linha considera que o primeiro passo passa por identificar o gargalo da linha. Após uma análise detalhada aos dados recolhidos percebeu-se que o gargalo atual das linhas da segunda escolha era a SVE.

A análise efetuada no início deste projeto ao indicador OEE permitiu concluir que as linhas não se encontravam a operar na sua total eficácia uma vez que apresentavam baixos valores de OEE. Posteriormente, analisou-se cada um dos seus fatores (disponibilidade, eficiência e qualidade) e verificou-se que o fator que mais estava a contribuir para a baixa eficácia das linhas era a eficiência.

A eficiência das linhas é influenciada pela ocorrência de micro paragens, as quais são responsáveis pelas interrupções e arranques constantes nas linhas, o que representa, ao fim de um dia de trabalho, impactos muito significativos na produtividade da segunda escolha. Por esse motivo, as micro paragens foram o foco do estudo do presente projeto.

Como a eficiência das linhas é afetada pela ocorrência de micro paragens, existem duas formas de melhorar este fator do OEE: diminuir a ocorrência das causas dessas paragens e/ou diminuir o tempo improdutivo associado a cada micro paragem. Neste projeto, para melhorar a eficiência das linhas, foram tidas em consideração essas duas hipóteses.

Primeiramente, foi realizado em equipa, com recurso à técnica de *brainstorming*, um diagrama de causa-e-efeito para identificar todas as causas responsáveis pela ocorrência de micro paragens. De seguida, foi realizado um diagrama de Pareto para identificar as causas mais significativas para o tempo improdutivo devido à ocorrência de micro paragens. Posteriormente, foram analisadas as causas identificadas como mais significativas com o intuito de se perceber claramente o porquê de ocorrerem, com o auxílio do diagrama de causa-e-efeito realizado, mas essencialmente para tentar encontrar soluções para diminuir a sua ocorrência. Para o efeito, foram realizadas várias alterações,

as quais foram implementadas e monitorizadas em máquinas piloto. Algumas dessas alterações permitiram reduzir significativamente a ocorrência das causas, outras acabaram por aumentar a sua ocorrência. No entanto, esta análise detalhada procurou identificar sempre soluções para os vários problemas identificados e mostrou ser uma abordagem interessante para tentar eliminar as várias causas responsáveis pela ocorrência de micro paragens. Realça-se que, como as alterações foram implementadas em máquinas piloto, os impactos dessas alterações na eficiência e na produção das linhas da segunda escolha não foram perceptíveis.

Adicionalmente, dado que o tempo improdutivo associado a uma micro paragem depende do tempo da sua resolução, mas principalmente do tempo de espera da máquina, analisou-se a distribuição de todas as tarefas necessárias ao bom funcionamento da segunda escolha pelos operadores.

Após a análise da distribuição que se encontrava inicialmente aplicada aos operadores da segunda escolha, percebeu-se que os operadores tinham várias tarefas para executar além de atenderem as máquinas pelas quais estavam responsáveis quando ocorria uma paragem. Algumas dessas tarefas, obrigavam o operador a afastar-se das máquinas pelas quais estava responsável, o que comprometia o tempo de espera das mesmas quando ocorria uma paragem. Além disso, como os operadores tinham várias tarefas para realizar, acabavam por se esquecer de preencher corretamente a folha de produção e paragens e desorientavam-se na prioridade de execução das várias tarefas. Assim, concluiu-se que a distribuição aplicada não era a mais adequada e procedeu-se à realização de redistribuições das tarefas pelos operadores apenas no 2º turno por ser o único possível de se observar durante o horário normal de trabalho.

A primeira redistribuição realizada acabou por não ter impactos positivos na segunda escolha, nomeadamente na eficiência e na produção das linhas, porque apenas um operador ficou responsável por atender as máquinas de todas as linhas quando ocorria uma paragem, o que, depois de uma análise mais detalhada, comprovou não ser viável já que a carga de trabalho sob esse operador era excessiva. Por esse motivo, quando ocorriam várias micro paragens simultaneamente o operador além de não conseguir atender todas as máquinas, tinha que percorrer distâncias significativas para atender todas as linhas, o que comprometia o tempo de espera das máquinas. Uma vez que a primeira redistribuição não trouxe os resultados esperados, implementou-se uma segunda redistribuição das tarefas pelos operadores no 2º turno.

A implementação da segunda redistribuição permitiu diminuir o tempo médio de espera das máquinas quando ocorre uma micro paragem em aproximadamente 39% em relação ao observado quando estava aplicada a distribuição inicial, o que contribuiu para o aumento da eficiência e da produção na segunda escolha. No entanto, também é importante realçar que cada operador passou a estar focado na realização de menos tarefas, o que contribuiu para o incremento da sua motivação. Por esse motivo, a segunda redistribuição das tarefas pelos operadores continuou aplicada no 2º turno e foi estendida ao 1º e 3º turnos.

Por último, após a implementação da segunda redistribuição no 1º e 3º turnos, analisaram-se a eficiência, o OEE e a produção das linhas e compararam-se os valores obtidos com os observados no início do desenvolvimento deste projeto. Relativamente à eficiência, nas linhas 1 e 2 esta aumentou, em média, 8 pontos percentuais enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou 4 pontos percentuais. Já o OEE nas linhas 1 e 2 aumentou, em média, 14 pontos percentuais enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou 5 pontos percentuais. Quanto à produção, nas linhas 1 e 2 aumentou, em média, 8 038 rolhas por turno, enquanto que nas linhas 3 a 11 aumentou 3 052 rolhas. Isso refletiu-se num aumento da produção por turno de 43 544 rolhas, ou seja, num aumento de aproximadamente 7%. Assim, numa perspetiva mais abrangente, estima-se um aumento da produção ao ano de, aproximadamente, 29 392 000 rolhas.

Em suma, com a realização do presente projeto pode-se afirmar que foram alcançados os objetivos delineados. Além disso, a análise detalhada para alcançar os objetivos inicialmente propostos, mostrou ser uma abordagem interessante que, muitas vezes, não é adotada em contextos produtivos devido ao dispêndio significativo de tempo que acarreta. No entanto, a realização deste tipo de análise muitas vezes tem impactos muito significativos em contextos produtivos e não exige investimentos avultados.

5.2. Limitações

Ao longo do desenvolvimento deste projeto existiram limitações que dificultaram a obtenção de resultados mais precisos e que importa referir.

Uma vez que o cálculo do indicador OEE e dos seus fatores foi baseado nos registos realizados pelos operadores é de salientar o rigor no preenchimento das paragens que ocorriam pelos operadores. Apesar dos operadores terem sido várias vezes sensibilizados da importância do registo das paragens que ocorriam, acredita-se que nem sempre o fizeram, uma vez que isso foi verificado quando foram realizados estudos para estimar o tempo de espera das máquinas.

Exemplificando melhor, uma paragem num dado equipamento relacionada com o fator de disponibilidade que não seja registada faz com que a disponibilidade calculada seja superior à disponibilidade real. Consequentemente, como se considera que o equipamento passou mais tempo a produzir que na realidade e a produção real é baixa relativamente ao esperado, o fator de eficiência é severamente prejudicado. Por este motivo, é que a eficiência no grupo de linhas 1 e 2 foi sempre mais baixa que a eficiência no grupo de linhas 3 a 11. Como as linhas 1 e 2 tendem muitas vezes a estar paradas por falta de rolhas (uma perda associada ao fator de disponibilidade) e os operadores por vezes esquecem-se de registar, considera-se, por exemplo, que os equipamentos estiveram a produzir durante todo o turno (8 horas), quando, na realidade, só produziram 6 horas, o que conduz à obtenção de um valor para o fator de eficiência irrealista.

No entanto, apesar destas limitações, os objetivos foram alcançados.

5.3. Propostas de trabalho futuro

Como balanço final deste projeto, é importante dar continuidade ao trabalho desenvolvido na segunda escolha para potenciar ainda mais os resultados obtidos. Seguidamente, são apresentadas algumas medidas para esse fim.

- Para um maior rigor na obtenção do OEE e dos seus fatores, é necessário implementar na segunda escolha um sistema automático de recolha de todos os dados que até então foram preenchidos pelos operadores, para posterior cálculo e disponibilização em tempo real. Desta forma, os dados recolhidos são fiáveis e será mais fácil delinear as ações prioritárias para a melhoria da eficácia e, conseqüentemente, para o aumento da produção das linhas da segunda escolha.
- Para diminuir a ocorrência das micro paragens mais significativas, realça-se a importância de estender a implementação das alterações que tiveram sucesso às restantes máquinas da segunda escolha. Além disso, aconselha-se a implementação das alterações sugeridas em máquinas piloto para verificar o impacto na ocorrência da respetiva micro paragem.
- Por último, quando foram realizados estudos para estimar o tempo de espera das máquinas, observou-se que por vezes os operadores não se apercebiam da sinalização que indicava que as máquinas estavam paradas. Isso deve-se às próprias máquinas que constituem as linhas encobrirem a sinalização, a qual não é visível em qualquer local em que o operador esteja. Uma proposta de melhoria a implementar é colocar a sinalização numa posição de maior visibilidade, por exemplo, em cima da “girafa”, já que dessa forma o operador tem visibilidade em qualquer lugar que esteja. No entanto, caso esta medida não seja viável, uma hipótese a testar é simplesmente elevar a sinalização existente. Acredita-se que com esta medida o tempo de espera das máquinas quando ocorrer uma paragem diminua ainda mais.

Referências Bibliográficas

- Amorim & Irmãos, S.A. (2015). *Manual de Acolhimento*. Santa Maria de Lamas.
- Braglia, M., Frosolini, M., & Zammori, F. (2008). Overall Equipment Effectiveness of a manufacturing line (OEEML). *Journal of Manufacturing Technology Management*, 20(1), 8–29.
- Dal, B., Tugwell, P., & Greatbanks, R. (2000). Overall Equipment Effectiveness as a measure of operational improvement – A practical analysis. *International Journal of Operations & Production Management*, 20(12), 1488–1502.
- Hansen, R. C. (2001). *Overall Equipment Effectiveness: A Powerful Production/Maintenance Tool for Increased Profits*. New York: Industrial Press, Inc.
- Härte, F. L. (1997). *Efficiency Analysis of Packaging Lines*. Delft: Delft University Press.
- Liker, J. K. (2004). *The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer*. New York: McGraw-Hill.
- Ljungberg, Ö. (1998). Measurement of overall equipment effectiveness as a basis for TPM activities. *International Journal of Operations & Production Management*, 18(5), 495–507.
- McCarthy, D., & Rich, N. (2004). *Lean TPM: A Blueprint for Change*. Burlington: Elsevier, Ltd.
- Nakajima, S. (1988). *Introduction to TPM: Total Productive Maintenance*. Cambridge: Productivity Press.
- Pereira, Z. L., & Requeijo, J. G. (2008). *Qualidade: Planeamento e Controlo Estatístico de Processos*. Lisboa: Prefácio.
- Pinto, J. P. (2008). Lean Thinking: Introdução ao pensamento magro. Obtido em 25 de janeiro de 2016, em [http://molar.crb.ucp.pt/cursos/2%C2%BA Ciclo - Mestrados/Gest%C3%A3o/2009-11/QTGO_0911/Artigos/Pensamento magro/Introdu%C3%A7%C3%A3o ao pensamento magro.pdf](http://molar.crb.ucp.pt/cursos/2%C2%BA%20Ciclo%20-%20Mestrados/Gest%C3%A3o/2009-11/QTGO_0911/Artigos/Pensamento%20magro/Introdu%C3%A7%C3%A3o%20ao%20pensamento%20magro.pdf).
- Pinto, J. P. (2009). *Pensamento Lean: a Filosofia das Organizações Vencedoras* (5ª ed.). Lisboa: Lidel - Edições Técnicas, Lda.
- Silva, J. P. (2009). OEE - A forma de medir a eficácia dos equipamentos. Obtido em 16 de janeiro de 2016, em <http://pt.scribd.com/doc/15122575/OEE-A-FORMA-DE-MEDIR-AEFICACIA-DOS-EQUIPAMENTOS>.
- Stamatis, D. H. (2010). *The OEE Primer: Understanding Overall Equipment Effectiveness, Reliability, and Maintainability*. New York: Productivity Press.
- Stevenson, W. J. (2005). *Operations Management* (8th ed.). Boston: McGraw-Hill.
- The Japan Institute of Plant Maintenance. (1996). *TPM for Every Operator*. New York: Productivity Press.

- The Productivity Development Team. (1999). *OEE for Operators: Overall Equipment Effectiveness*. New York: Productivity Press.
- Willmott, P., & McCarthy, D. (2001). *TPM: A Route to World-Class Performance*. Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Womack, J. P., & Jones, D. T. (2003). *Lean Thinking: Banish Waste and Create Wealth in Your Corporation*. London: Simon & Schuster, Ltd.
- Womack, J. P., Jones, D. T., & Roos, D. (1990). *The Machine that Changed the World*. New York: Rawson Associates.

ANEXO A – Portfólio de Produtos da Amorim & Irmãos, S.A.

| Tipo de rolha | Características | Aspeto |
|------------------|--|---|
| Natural | <ul style="list-style-type: none"> - Produto 100% natural extraído de um único traço de cortiça - É a mais conceituada das rolhas, um produto topo de gama para os melhores vinhos |  |
| Acquamark | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha natural cujo revestimento é realizado por ação de uma solução de base aquosa |  |
| Spark | <ul style="list-style-type: none"> - Corpo composto por granulado de cortiça com dois discos de cortiça natural de elevada qualidade na extremidade em contacto com o vinho |  |
| Twin Top | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha técnica constituída por um corpo aglomerado e por um disco de cortiça natural em ambos os topos |  |
| Neutrocork | <ul style="list-style-type: none"> - Produto da nova geração das rolhas técnicas composto por micro grânulos de cortiça de tamanho uniforme |  |
| Advantec | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha técnica inovadora revestida sujeita a um elevado controlo |  |
| Advantec Colours | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha técnica inovadora sujeita a um elevado controlo - Combinação da cor da rolha com os elementos decorativos do produto |  |
| Aglomerada | <ul style="list-style-type: none"> - Constituída por um corpo aglomerado de cortiça e produtos aglomerantes |  |
| Helix | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha inovadora que possibilita a abertura da garrafa sem a utilização de saca-rolhas |  |
| Top Series | <ul style="list-style-type: none"> - Rolha de cortiça natural com cápsula personalizável que permite um design diferenciador |  |

ANEXO B – Etapas do processo produtivo das rolhas naturais

- **Receção de Matéria-Prima** – a matéria-prima usada para o fabrico das rolhas naturais são as pranchas de cortiça. As pranchas de cortiça são rececionadas no estaleiro sendo depois encaminhadas para a vaporização;
- **Vaporização** – nesta etapa do processo produtivo conjuga-se vapor húmido e seco em diferentes ciclos com o objetivo de eliminar as impurezas e tornar as pranchas de cortiça maleáveis para poderem ser trabalhadas nas etapas seguintes do processo produtivo. Note-se que, esta etapa, também permite reduzir o nível de tricloroanisol (TCA), composto químico responsável pelos odores e sabores desagradáveis nos vinhos;
- **Escolha de Matéria-Prima** – nesta etapa, as paletes com pranchas de cortiça já vaporizadas, são escolhidas consoante a sua qualidade e orientação para o produto final com o intuito de rentabilizar ao máximo a cortiça. Neste setor, uma palete de cortiça com um determinado calibre e classe é sujeita a uma escolha, efetuada por recursos humanos qualificados, dando origem a várias paletes com pranchas de cortiça de calibres e classes distintas, as quais irão originar rolhas com calibre e qualidade diferentes. É de salientar que, nesta etapa, também são retiradas as pranchas defeituosas que iriam originar rolhas não conformes;
- **Rabaneação** – nesta etapa, as pranchas de cortiça são rabaneadas com o recurso a equipamentos denominados rabaneadeiras, dando origem a traços de cortiça que são cortados com uma ligeira folga para não comprometer o comprimento pretendido para a rolha;
- **Brocagem** – esta etapa é responsável pela extração das rolhas dos traços de cortiça. É nesta etapa que se define o diâmetro das rolhas e, à semelhança da etapa anterior, as rolhas são extraídas com uma ligeira folga. Para realizar esta operação, existem quatro tipos de brocas com funcionalidades distintas: broca a pedal, broca semiautomática, robot e automática. Na broca a pedal o operador coloca o tubo da broca em funcionamento através do movimento da sua perna. Desta forma, o operador controla totalmente a operação, o que permite extrair as rolhas nas partes do traço de maior qualidade. Assim, esta operação procura garantir a qualidade das rolhas produzidas em detrimento da quantidade. Na broca semiautomática, o operador não tem qualquer controlo sobre o movimento da broca. Nesta operação, o movimento da broca é realizado de forma automática e o operador tem

controlo no movimento do traço, o que lhe permite extrair rolhas das partes do traço que apresentam melhor qualidade, evitando a obtenção de rolhas defeituosas. A brocagem por robot consiste numa linha automatizada que contém dois robots. Cada robot está responsável por abastecer duas brocas automáticas, o que dispensa qualquer intervenção humana. Esta operação prima assim pela quantidade produzida. Por fim, a brocagem automática é semelhante à brocagem por robot, residindo a única diferença no abastecimento à broca, o qual é realizado por um operador. Nesta operação, o objetivo passa por produzir em grandes quantidades. Resumidamente, as brocas a pedal e semiautomáticas primam pela qualidade das rolhas, enquanto que a brocagem por robot e automática tem como objetivo a produção de rolhas em grandes quantidades;

- **Deslenhar** – nesta etapa, todas as rolhas extraídas dos traços através da brocagem por robot e automática são introduzidas num equipamento que retira as rolhas defeituosas do processo produtivo. Realça-se que as rolhas extraídas dos traços pelas brocas a pedal e semiautomáticas não são sujeitas a esta operação uma vez que os defeitos existentes são reduzidos já que existe um controlo visual pelos operadores aquando da extração da rolha;
- **Estufa Pré-Secagem** – todas as rolhas de cortiça necessitam de estabilizar durante um determinado período de tempo devidamente controlado numa estufa com o intuito de reduzir a sua humidade. A relevância desta etapa deve-se à humidade da rolha ser um critério importante relativamente ao controlo de processo e qualidade do produto. Se uma rolha exceder os limites de especificidade da humidade, o seu calibre (comprimento x diâmetro) pode ser comprometido;
- **Acabamentos Mecânicos** – depois das rolhas estabilizarem na estufa, são submetidas a acabamentos mecânicos. Cada linha de acabamentos mecânicos é constituída por dois tipos de equipamentos: a ponçadeira e a topejadeira. Na ponçadeira, as rolhas são polidas conforme o diâmetro desejado. Posteriormente, as rolhas seguem para a topejadeira, a qual é responsável por acertar os topos das rolhas para que fiquem com o comprimento pretendido;
- **1ª Escolha** – até esta fase do processo produtivo, todas as rolhas são classificadas como raça, não sendo diferenciada a sua qualidade (classe). Nesta etapa, as rolhas são sujeitas à primeira escolha do processo produtivo com recurso a máquinas de escolha eletrónica, sendo selecionadas em quatro classes industriais: AA, A, B e C. As rolhas classificadas como AA são as de melhor qualidade, enquanto que as rolhas classificadas como C são as que apresentam menor qualidade;

- **2ª Escolha** - após a primeira escolha em que as rolhas são selecionadas de acordo com a sua classe industrial, realiza-se a segunda escolha. Na segunda escolha, as rolhas são selecionadas em classes comerciais com recurso a máquinas de escolha eletrónica. Existem dez classes comerciais: Flor Topo Espelho, Flor, Extra, Superior, 1º, 2º, 3º, 4º, 5º e 6º. À semelhança da primeira escolha, as rolhas classificadas como Flor Topo Espelho são as de melhor qualidade enquanto que as rolhas classificadas como 6º são as que apresentam menor qualidade. Nesta operação são também retiradas rolhas defeituosas (bicho, defeito corpo e defeito topo), as quais não prosseguem para as etapas seguintes do processo produtivo de uma rolha natural;
- **1ª Lavação (lavação base)** – nesta etapa, as rolhas sofrem uma lavagem com base aquosa e com coloração. Esta operação é realizada com o intuito de retirar o pó de cortiça e de conferir uma tonalidade às rolhas. Existem quatro tipos de lavação base: Clean 0, Nova 101, Pré-light e Clean 2000;
- **Estufa** – após a lavação base, realiza-se a secagem e a descontaminação das rolhas numa estufa. Nesta etapa, as rolhas são sujeitas a diferentes temperaturas e humidades relativas, com o intuito de secá-las e de extrair algum nível de TCA que ainda contenham;
- **2ª Lavação (revestimento)** – após a passagem pela estufa e um determinado tempo de estabilização, as rolhas são submetidas a uma segunda lavação (revestimento). Existem três tipos de revestimentos, os quais diferem na coloração pretendida para as rolhas: Clean C, Light (o mais aplicado) e Nature;
- **3ª Escolha** – depois de as rolhas estarem devidamente limpas, com valores de TCA muito reduzidos e dentro dos limites de especificação de humidade, é necessário efetuar uma terceira escolha, a qual é realizada por máquinas de escolha eletrónica. Esta etapa tem como intuito retirar do processo produtivo as rolhas que não pertencem à classe indicada na ordem de fabrico e retirar rolhas com defeitos que não foram detetados nas etapas de escolha anteriores;
- **Embalagem** – nesta etapa, realiza-se o embalamento das rolhas em sacos segundo as encomendas existentes. É de salientar que, antes do embalamento, as rolhas são colocadas numa máquina de contar para que o número de rolhas seja exatamente o solicitado pelo cliente;
- **Expedição** – finalmente, os sacos são dispostos em paletes, as quais são expedidas, seguindo o seu caminho até ao cliente final.

**ANEXO C – Formulário para o registo de produções e
paragens pelos operadores**

REGISTO DE PRODUÇÕES E PARAGENS - SVE + EE3D

2ª Escolha

| DATA | TURNO | LINHA | OF | TIPO ESCOLHA | CALIBRE | CLASSE | LAVAÇÃO |
|------|-------|-------|----|-----------------|---------|--------|---------|
| | | | | | | | |

| Paragens (falhas/avarias/setups) | | | | | | | |
|--|------------------------------|------------------------------|------------------------------------|------------------------|-----|------|-----|
| FALTA DE ROLHAS | | FALTA DE CONTENTORES | | FALTA DE CESTOS VERDES | | | |
| Início | Fim | Início | Fim | Início | Fim | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| AVARIA | | | | MANUTENÇÃO | | | |
| Início | Fim | SVE? | EE? | Início | Fim | SVE? | EE? |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| SETUP | | | | | | | |
| Início | Fim | Só mudança de lote? | Mudança de lote + mudança calibre? | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| AJUSTE DO PROGRAMA | | | | | | | |
| A máquina esteve parada à espera do ajuste? (Sim/Não?) | Início da paragem da máquina | Início do ajuste do programa | Fim do ajuste do programa | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |
| | | | | | | | |

| PRODUÇÃO SVE | |
|--------------|----------|
| VEDA | NÃO VEDA |
| | |

| PRODUÇÃO EE3D | |
|----------------------|--|
| FLOR TOPO ESPELHO | |
| FLOR | |
| EXTRA | |
| SUPERIOR | |
| 1º | |
| 2º | |
| 3º | |
| 4º | |
| 5º | |
| 6º | |
| BICHO | |
| DEF-CORPO | |
| DEF-TOPO | |
| TOTAL | |

| Paragens sistemáticas (micro paragens) | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1- Encravamento do Centrifugo da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 2- Encravamento no tapete da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 2.1- Apra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 2.2- Mistura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 3- Encravamento na calha das cavidades da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 3.1- Apra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 3.2- Mistura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 4- Anomalia no posto 1 da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 4.1- Apra | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 4.2- Mistura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 5- Anomalia no posto 3 OK/NOK da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 6- Anomalia no prato da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 7- Anomalia nas cavidades do prato da SVE | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 8- Troca de Membranas | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 9- Encravamento do Vibrador EE3D | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 10- Encravamento no cilindro EE3D | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 10.1 - Encravamento por mistura | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 11- Crash - sistema reinicia | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |
| 12-Cestos/contentores/sacos cheios | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 | 23 | 24 | 25 | 26 | 27 | 28 | 29 | 30 | 31 | 32 | 33 | 34 | 35 | 36 | 37 | 38 | 39 | 40 | 41 | 42 | 43 |

ANEXO D – Formulário do registo de observações para estimar o tempo de espera das máquinas

| Data: _____ | | Registo de Paragens na 2ª escolha | | Máquinas: _____ | |
|--------------|--|--|--------------------------------|---|-------------|
| Turno: _____ | | | | Operador: _____ | |
| Hora: _____ | | | | Elaborado por: _____ | |
| Nº | Instante em que ocorreu a paragem da máquina | Instante em que o operador chegou à máquina | Máquina onde ocorreu a paragem | Local onde o operador estava quando ocorreu a paragem | Observações |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |
| | | | | | |

| Registo do tempo despendido pelo operador na execução de outras tarefas | | | | |
|--|-----------------|--------------|-----------|-------------|
| Nº | Instante Início | Instante Fim | Atividade | Observações |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |
| | | | | |

**ANEXO E – Observações registadas para estimar o
tempo de espera das máquinas quando estava
aplicada a distribuição inicial das tarefas pelos
operadores da segunda escolha**

| Nº | Data | Hora (início-fim) | Instante em que ocorreu a paragem da máquina | Instante em que o operador chegou à máquina | Tempo que o operador demorou a chegar à máquina | Máquina onde ocorreu a paragem | Local onde o operador estava quando ocorreu a paragem | Observações |
|----|------------|----------------------|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 22/12/2015 | 11:15-11:50 | 00:00:37 | 00:00:50 | 00:00:13 | 1ª SVE | Perto da linha | Estava a preparar contentores vazios para trocar pelos cheios. |
| 2 | 22/12/2015 | 11:15-11:50 | 00:03:54 | 00:08:20 | 00:04:26 | 4ª SVE | Na gruta | Foi levar um contentor cheio. Trouxe um saco vazio c/ suporte. Colocou a máquina de outro operador operacional. |
| 3 | 22/12/2015 | 11:15-11:50 | 00:26:25 | 00:26:39 | 00:00:14 | 4ª SVE | Estava a limpar o corredor interno | - |
| 4 | 19/01/2016 | 11:03-11:45 | 00:14:17 | 00:15:56 | 00:01:39 | 1ª SVE | Linha 6 | - |
| 5 | 19/01/2016 | 11:03-11:45 | 00:17:20 | 00:18:34 | 00:01:14 | 4ª SVE | 1ª SVE | - |
| 6 | 19/01/2016 | 11:03-11:45 | 00:39:35 | 00:39:50 | 00:00:15 | 4ª SVE | 1ª EE3D | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 7 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:07:16 | 00:13:22 | 00:06:06 | 1ª EE3D | Linha 4 | - |
| 8 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:20:56 | 00:21:32 | 00:00:36 | 1ª SVE | Linha 3 | - |
| 9 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:25:35 | 00:26:15 | 00:00:40 | 1ª SVE | Linha 4 | - |
| 10 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:25:50 | 00:26:50 | 00:01:00 | 3ª SVE | Linha 4 | - |
| 11 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:03:22 | 00:04:10 | 00:00:48 | 4ª SVE | Linha 2 | A fazer limpeza |
| 12 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:05:30 | 00:05:42 | 00:00:12 | 2ª EE3D | 3ª SVE | - |
| 13 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:10:15 | 00:10:42 | 00:00:27 | 3ª EE3D | Corredor interno | A varrer perto da linha 4 |
| 14 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:11:00 | 00:11:22 | 00:00:22 | 1ª EE3D | Corredor interno | A varrer perto da linha 4 |
| 15 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:13:07 | 00:13:37 | 00:00:30 | 4ª SVE | Linha 1 | - |
| 16 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:16:48 | 00:17:30 | 00:00:42 | 1ª EE3D | Linha 4 | A mudar contentores |
| 17 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:19:46 | 00:21:36 | 00:01:50 | 1ª SVE | Entre as linhas 3 e 4 | - |
| 18 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:20:39 | 00:20:57 | 00:00:18 | 2ª SVE | Entre as linhas 3 e 4 | - |
| 19 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:36:53 | 00:37:15 | 00:00:22 | 3ª SVE | No corredor | - |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|----------------------------|--|
| 20 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:39:52 | 00:40:18 | 00:00:26 | 1ª SVE | Junto à linha 2 | A organizar contentores |
| 21 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:03:22 | 00:04:18 | 00:00:56 | 7ª EE3D | Corredor | - |
| 22 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:11:02 | 00:11:14 | 00:00:12 | 7ª SVE | Linha 6 | - |
| 23 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:13:29 | 00:14:53 | 00:01:24 | 6ª EE3D | Linha 7 | - |
| 24 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:02:18 | 00:02:40 | 00:00:22 | 6ª EE3D | Linha 4 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 25 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:08:25 | 00:09:30 | 00:01:05 | 7ª SVE | Linha 6 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 26 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:10:50 | 00:11:50 | 00:01:00 | 6ª SVE | - | - |
| 27 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:15:00 | 00:15:26 | 00:00:26 | 5ª SVE | - | - |
| 28 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:22:48 | 00:23:44 | 00:00:56 | 6ª SVE | A falar com líder do setor | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 29 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:38:14 | 00:40:25 | 00:02:11 | 6ª SVE | A falar com líder do setor | - |
| 30 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:09:43 | 00:09:55 | 00:00:12 | 5ª SVE | Linha 6 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 31 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:14:05 | 00:14:49 | 00:00:44 | 7ª SVE | Linha 8 | - |
| 32 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:21:43 | 00:24:00 | 00:02:17 | 7ª SVE | Gruta | - |
| 33 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:23:20 | 00:24:13 | 00:00:53 | 6ª SVE | Gruta | - |
| 34 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:24:50 | 00:25:20 | 00:00:30 | 5ª SVE | Linha 8 | A colocar a máquina de outro operador operacional |
| 35 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:27:34 | 00:30:08 | 00:02:34 | 6ª EE3D | Estava no Grupo 8-11 | - |
| 36 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:31:59 | 00:32:22 | 00:00:23 | 5ª SVE | Na gruta | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 37 | 22/01/2016 | 11:20-12:00 | 00:35:38 | 00:36:13 | 00:00:35 | 5ª SVE | PPAI | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 38 | 04/02/2016 | 11:42-12:01 | 00:08:53 | 00:10:23 | 00:01:30 | 6ª SVE | Corredor interno | A fazer limpeza |
| 39 | 04/02/2016 | 11:42-12:01 | 00:10:41 | 00:10:50 | 00:00:09 | 7ª SVE | Linha 6 | - |
| 40 | 10/02/2016 | 09:22 | 00:44:05 | 00:44:28 | 00:00:23 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 41 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:05:00 | 00:05:20 | 00:00:20 | 8ª EE3D | Corredor | - |
| 42 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:11:30 | 00:13:30 | 00:02:00 | 8ª SVE | Linha 11 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |

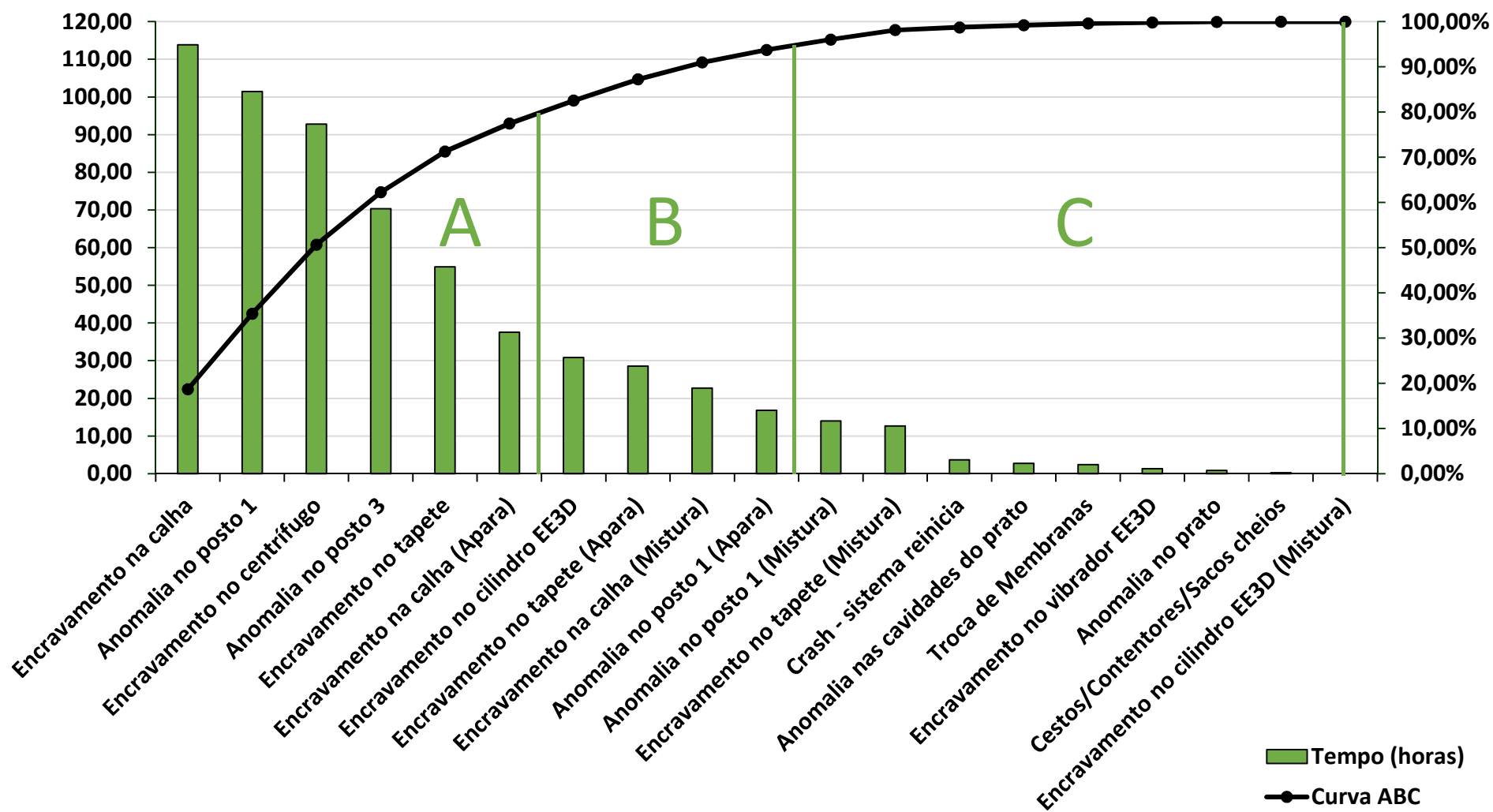
| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|---------------------------|--|
| 43 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:25:00 | 00:26:22 | 00:01:22 | 11ª EE3D | Linha 8 | - |
| 44 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:29:21 | 00:32:12 | 00:02:51 | 9ª SVE | Linha 11 | A trocar cestos na Linha 10 |
| 45 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:44:55 | 00:46:14 | 00:01:19 | 11ª SVE | Linhas 8 e 9 | A despejar cestos |
| 46 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:45:48 | 00:46:29 | 00:00:41 | 10ª EE3D | Linha 8 | - |
| 47 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:02:00 | 00:02:16 | 00:00:16 | 11ª SVE | Linha 10 | - |
| 48 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:03:40 | 00:06:10 | 00:02:30 | 11ª SVE | Gruta. A preparar sacos | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 49 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:04:10 | 00:04:34 | 00:00:24 | 8ª SVE | Na gruta a preparar sacos | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 50 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:07:00 | 00:07:28 | 00:00:28 | 11ª SVE | Gruta | - |
| 51 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:08:50 | 00:09:50 | 00:01:00 | 10ª SVE | Gruta | - |
| 52 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:09:10 | 00:10:05 | 00:00:55 | 11ª SVE | Gruta | - |
| 53 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:11:23 | 00:14:10 | 00:02:47 | 8ª SVE | Gruta | - |
| 54 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:11:40 | 00:14:07 | 00:02:27 | 11ª SVE | Gruta | - |
| 55 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:16:20 | 00:17:40 | 00:01:20 | 11ª SVE | Linha 4 | - |
| 56 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:19:00 | 00:19:50 | 00:00:50 | 11ª SVE | Linha 8 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 57 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:21:05 | 00:21:16 | 00:00:11 | 11ª SVE | No corredor | - |
| 58 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:22:40 | 00:23:47 | 00:01:07 | 11ª SVE | PPAI | - |
| 59 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:31:31 | 00:32:04 | 00:00:33 | 11ª SVE | Linha 9 | - |
| 60 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:34:04 | 00:34:27 | 00:00:23 | 11ª SVE | Linha 9 | Despejar cestos |
| 61 | 14/01/2016 | 15:16-15:45 | 00:04:35 | 00:07:26 | 00:02:51 | 3ª SVE | PPAI | Esteve no PPAI |
| 62 | 14/01/2016 | 15:16-15:45 | 00:09:50 | 00:10:20 | 00:00:30 | 2ª SVE | Linha 3 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 63 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:10:00 | 00:11:00 | 00:01:00 | 4ª SVE | Estava no armário | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 64 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:17:51 | 00:18:11 | 00:00:20 | 1ª SVE | A analisar rolhas | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 65 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:22:35 | 00:27:03 | 00:04:28 | 1ª SVE | A analisar rolhas | - |
| 66 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:29:05 | 00:29:33 | 00:00:28 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 67 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:31:45 | 00:32:11 | 00:00:26 | 2ª EE3D | Corredor | - |
| 68 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:34:22 | 00:35:00 | 00:00:38 | 4ª SVE | Corredor | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|-------------------------|---|
| 69 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:14:10 | 00:18:00 | 00:03:50 | 2ª EE3D | PPAI | A auxiliar outro operador no PPAI |
| 70 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:16:45 | 00:17:29 | 00:00:44 | 3ª SVE | PPAI | A auxiliar outro operador no PPAI |
| 71 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:41:00 | 00:44:20 | 00:03:20 | 4ª EE3D | Linha 1 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 72 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:48:10 | 00:49:00 | 00:00:50 | 2ª SVE | Linha 3 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 73 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:28:00 | 00:29:12 | 00:01:12 | 3ª SVE | Linha 1 | - |
| 74 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:42:00 | 00:43:52 | 00:01:52 | 3ª SVE | Perto da gruta | A organizar cestos cheios |
| 75 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:44:29 | 00:45:16 | 00:00:47 | 3ª SVE | No corredor | - |
| 76 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:12:50 | 00:13:03 | 00:00:13 | 4ª SVE | Linha 3 | - |
| 77 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:19:23 | 00:19:45 | 00:00:22 | 1ª SVE | Linha 3 | - |
| 78 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:17:48 | 00:18:15 | 00:00:27 | 1ª SVE | 3ª SVE | - |
| 79 | 02/02/2016 | 16:03-16:30 | 00:03:20 | 00:09:00 | 00:05:40 | 1ª EE3D | Corredor | Foi levar contentores cheios à gruta. Atendeu a máquina 4 onde tava a fazer mudança de lote |
| 80 | 02/02/2016 | 16:03-16:30 | 00:12:22 | 00:14:14 | 00:01:52 | 1ª SVE | Gruta | Buscar cestos vazios à gruta. Colocou a SVE nº 3 operacional. |
| 81 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:00:52 | 00:05:04 | 00:04:12 | 6ª EE3D | Gruta | Foi levar cestos à gruta |
| 82 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:00:52 | 00:06:19 | 00:05:27 | 7ª SVE | Gruta | Foi levar cestos à gruta |
| 83 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:08:00 | 00:08:31 | 00:00:31 | 5ª SVE | Linha 4 | A desencravar máquina do operador responsável por esse linha |
| 84 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:23:27 | 00:24:10 | 00:00:43 | 5ª SVE | 6ª SVE | - |
| 85 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:26:19 | 00:27:40 | 00:01:21 | 7ª EE3D | A levar rolhas p/ gruta | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 86 | 15/01/2016 | 15:03-15:39 | 00:30:02 | 00:30:30 | 00:00:28 | 5ª EE3D | Linha 4 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 87 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:45:17 | 00:45:29 | 00:00:12 | 6ª SVE | Corredor | - |
| 88 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:53:00 | 00:54:10 | 00:01:10 | 5ª SVE | Corredor | - |
| 89 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:00:00 | 00:01:04 | 00:01:04 | 5ª EE3D | Linha 7 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|-------------------------------------|--|
| 90 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:02:55 | 00:03:31 | 00:00:36 | 7ª SVE | No corredor interno | A fazer limpeza |
| 91 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:06:48 | 00:07:06 | 00:00:18 | 7ª EE3D | Na mesa de registos | - |
| 92 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:20:12 | 00:20:33 | 00:00:21 | 5ª SVE | A analisar rolhas | - |
| 93 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:21:43 | 00:22:00 | 00:00:17 | 7ª SVE | A analisar rolhas | - |
| 94 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:33:00 | 00:34:00 | 00:01:00 | 7ª SVE | A analisar rolhas | - |
| 95 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:39:20 | 00:39:39 | 00:00:19 | 6ª SVE | Linha 5 | A despejar cestos cheios |
| 96 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:45:10 | 00:47:58 | 00:02:48 | 7ª SVE | Linha 6 | A tirar produção |
| 97 | 19/01/2016 | 14:32 | 00:53:00 | 00:59:00 | 00:06:00 | 7ª SVE | Linha 5 | A tirar produção |
| 98 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:09:50 | 00:11:07 | 00:01:17 | 5ª EE3D | Linha 6 | - |
| 99 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:14:06 | 00:14:29 | 00:00:23 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 100 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:15:25 | 00:16:13 | 00:00:48 | 7ª SVE | 6ª SVE | - |
| 101 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:04:23 | 00:05:00 | 00:00:37 | 9ª EE3D | Linha 11 | - |
| 102 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:13:30 | 00:14:11 | 00:00:41 | 11ª SVE | Linha 8 | A registar produções das SVE's |
| 103 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:18:04 | 00:18:56 | 00:00:52 | 9ª SVE | No piso de cima | Foi ver se a linha 8 ainda tinha rolhas na moega |
| 104 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:27:25 | 00:27:41 | 00:00:16 | 10ª SVE | Linha 8 | Tava a despejar cestos verdes cheios |
| 105 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:41:20 | 00:41:40 | 00:00:20 | 10ª SVE | 11ª SVE | - |
| 106 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:48:28 | 00:48:41 | 00:00:13 | 9ª EE3D | 8ª SVE | - |
| 107 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:56:20 | 00:56:50 | 00:00:30 | 9ª SVE | 11ª SVE | - |
| 108 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:02:35 | 00:03:00 | 00:00:25 | 11ª SVE | Na gruta a fazer logística do setor | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 109 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:07:50 | 00:10:30 | 00:02:40 | 8ª SVE | Gruta | Tratar da logística do setor. Arrumar sacos e a preparar um. |
| 110 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:12:27 | 00:13:00 | 00:00:33 | 9ª SVE | Na mesa de registos | - |
| 111 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:23:24 | 00:23:55 | 00:00:31 | 10ª EE3D | 8ª SVE | - |
| 112 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:41:08 | 00:44:40 | 00:03:32 | 8ª EE3D | Na mesa de registos | A analisar rolhas |
| 113 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:42:10 | 00:43:43 | 00:01:33 | 9ª SVE | Na mesa de registos | A analisar rolhas |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|---------------------|---|
| 114 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:48:10 | 00:49:22 | 00:01:12 | 10ª SVE | Na mesa de registos | A analisar rolhas |
| 115 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:51:12 | 00:53:21 | 00:02:09 | 10ª SVE | Na mesa de registos | A analisar rolhas |
| 116 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:53:52 | 00:55:10 | 00:01:18 | 9ª SVE | Na mesa de registos | A analisar rolhas. Foi outro operador que colocou a máquina operacional |
| 117 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 01:05:40 | 01:07:38 | 00:01:58 | 9ª SVE | Na mesa de registos | A analisar rolhas |
| 118 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 01:12:32 | 01:13:31 | 00:00:59 | 8ª SVE | 10ª SVE | - |
| 119 | 19/01/2016 | 16:22-16:30 | 00:05:53 | 00:07:07 | 00:01:14 | 10ª SVE | 9ª SVE | - |
| 120 | 26/02/2016 | 17:00-17:30 | 00:22:20 | 00:24:20 | 00:02:00 | 11ª SVE | Linha 8 | Foi outro operador que colocou a máquina operacional |

**ANEXO F – Diagrama de Pareto do tempo
improdutivo devido à ocorrência de micro paragens
(semanas 47 à 52)**



| Causa | Máquina | Tempo total improdutivo (h) | Frequência relativa (%) | Frequência relativa acumulada (%) |
|------------------------------------|---------|-----------------------------|-------------------------|-----------------------------------|
| Encravamento na calha | SVE | 113,86 | 18,73% | 18,73% |
| Anomalia no posto 1 | SVE | 101,46 | 16,69% | 35,43% |
| Encravamento no centrífugo | SVE | 92,82 | 15,27% | 50,70% |
| Anomalia no posto 3 | SVE | 70,36 | 11,58% | 62,28% |
| Encravamento no tapete | SVE | 54,90 | 9,03% | 71,31% |
| Encravamento na calha (Apara) | SVE | 37,55 | 6,18% | 77,49% |
| Encravamento no cilindro | EE3D | 30,86 | 5,08% | 82,57% |
| Encravamento no tapete (Apara) | SVE | 28,58 | 4,70% | 87,27% |
| Encravamento na calha (Mistura) | SVE | 22,68 | 3,73% | 91,00% |
| Anomalia no posto 1 (Apara) | SVE | 16,79 | 2,76% | 93,76% |
| Anomalia no posto 1 (Mistura) | SVE | 14,03 | 2,31% | 96,07% |
| Encravamento no tapete (Mistura) | SVE | 12,68 | 2,09% | 98,16% |
| Crash – sistema reinicia | EE3D | 3,65 | 0,60% | 98,76% |
| Anomalia nas cavidades do prato | SVE | 2,76 | 0,45% | 99,21% |
| Troca de Membranas | SVE | 2,43 | 0,40% | 99,61% |
| Encravamento no vibrador | EE3D | 1,31 | 0,21% | 99,83% |
| Anomalia no prato | SVE | 0,83 | 0,14% | 99,96% |
| Cestos/Contentores/Sacos cheios | - | 0,22 | 0,04% | 100,00% |
| Encravamento no cilindro (Mistura) | EE3D | 0,00 | 0,00% | 100,00% |
| Total | | 607,77 | 100,00% | - |

ANEXO G – Observações registadas para estimar o tempo despendido pelos operadores na execução de outras tarefas além do atendimento das máquinas quando ocorria uma paragem - distribuição inicial

| Nº | Data | Hora (início-fim) | Instante início | Instante fim | Tempo despendido | Atividade | Observações |
|----|------------|-------------------|-----------------|--------------|------------------|--|-----------------------|
| 1 | 19/01/2016 | 11:03-11:45 | 00:11:30 | 00:12:13 | 00:00:43 | Levar cestos cheios para a gruta | - |
| 2 | 19/01/2015 | 11:03-11:45 | 00:12:13 | 00:12:36 | 00:00:23 | Registos PPAI | - |
| 3 | 03/02/2016 | 11:19-12:00 | 00:02:40 | 00:03:52 | 00:01:12 | A fazer limpeza à linha 2 | 4ª SVE inoperacional |
| 4 | 14/01/2016 | 10:12-12:00 | 00:30:20 | 00:32:00 | 00:01:40 | Autocontrolo visual a uma saída da 6ª EE3D | - |
| 5 | 04/02/2016 | 11:42-12:01 | 00:02:15 | 00:02:54 | 00:00:39 | Efetuar limpeza à linha 5 | - |
| 6 | 15/01/2016 | 11:09-12:00 | 00:11:24 | 00:12:26 | 00:01:02 | Registos PPAI | 8ª SVE inoperacional |
| 7 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:22:40 | 00:23:38 | 00:00:58 | Registos PPAI | 11ª SVE inoperacional |
| 8 | 19/01/2016 | 9:30-10:13 | 00:38:50 | 00:39:41 | 00:00:51 | Levar saco cheio à gruta | - |
| 9 | 19/01/2016 | 10:45-11:01 | 00:11:10 | 00:11:24 | 00:00:14 | Registos PPAI | - |
| 10 | 19/01/2016 | 10:45-11:01 | 00:14:05 | 00:14:50 | 00:00:45 | Levar contentor cheio para a gruta | - |
| 11 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:18:19 | 00:18:50 | 00:00:31 | Levar contentor cheio para a gruta | - |
| 12 | 19/01/2016 | 14:00-14:32 | 00:35:08 | 00:36:20 | 00:01:12 | Levar cestos cheios para a gruta | - |
| 13 | 19/01/2016 | 14:00-14:32 | 00:36:39 | 00:37:30 | 00:00:51 | Levar cestos cheios para a gruta | - |
| 14 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:51:00 | 00:51:40 | 00:00:40 | A fazer limpeza à linha 6 | - |
| 15 | 15/01/2016 | 16:16-17:20 | 00:56:00 | 00:56:40 | 00:00:40 | A fazer limpeza à linha 7 | - |
| 16 | 19/01/2016 | 14:00-14:32 | 00:06:00 | 00:07:03 | 00:01:03 | Autocontrolo visual a uma saída da 5ª EE3D | 7ª SVE inoperacional |
| 17 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:42:23 | 00:42:50 | 00:00:27 | Levar cestos cheios para a gruta | - |
| 18 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:43:00 | 00:44:10 | 00:01:10 | Registos PPAI | - |
| 19 | 17/12/2015 | 15:30-16:45 | 00:46:20 | 00:46:50 | 00:00:30 | Registos PPAI | - |
| 20 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:53:52 | 00:55:10 | 00:01:18 | Autocontrolo a uma saída da 8ª EE3D | 9ª SVE inoperacional |
| 21 | 22/12/2015 | 15:15-16:34 | 00:57:42 | 00:59:38 | 00:01:56 | Autocontrolo a uma saída da 8ª EE3D | - |

ANEXO H – Formulário para o registo dos autocontrolos visuais realizados



Máquinas Linha: 1 - 11 da 2ª ESCOLHA

Data : _____

Turno: _____

Responsável pela verificação: _____

Autocontrolo: Verificar e registar se as rolhas que estão a sair de cada cano estão de acordo com a classe respectiva + analisar as 3 saídas dos defeitos.

Tamanho da Amostra/Frequência: um tabuleiro com cerca de 50 rolhas, no arranque do programa / validação de programas. (2 máquinas mínimo por Turno)

Critério de Aceitação/Rejeição: Se mais que 5 rolhas estiveram fora da classe como melhores ou mais que 5 rolhas estiverem piores que a amostra padrão (tabuleiro) rejeitar o lote (assinalar KO), caso contrário assinalar OK.

Legenda:

| | |
|---|---|
| ↑ | Classe acima |
| = | Classe principal ou defeito identificado na saída |
| ↓ | Classe abaixo |

| | | Verificação da Classe Visual / Defeitos por Saída | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------------|-----------|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|----|---|-------------|----|--------------|----|----------------|----|---|--|--|
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | Estado do lote | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
| Data: | Saída Nº: | 1 | | | 2 | | | 3 | | | 4 | | | 5 | | | 6 | | 7 | | 8 | | | | | | |
| Lavação: | Classe: | | | | | | | | | | | | | | | | BH | | CAL/VER/DEF | | REPASSE/BOFE | | OK | KO | | | |
| Máq. Nº: | Legenda | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | ↑ | = | ↓ | CL | = | CL | = | CL | = | | |
| Cla/classe: | Nº rolhas | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |

ANEXO I – Formulário utilizado para fazer o estudo na hora de almoço

[illegible]

ANEXO J – Observações registradas para estimar o tempo de inoperacionalidade por linha na hora de almoço devido à ocorrência de micro paragens

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 1 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 076 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,076/11 = 97,82$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 587 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $587/11 = 53,36$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 2 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 840 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $840/11 = 76,36$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 766 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $766/11 = 69,64$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 3 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 2 169 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $2\,169/11 = 197,18$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 628 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $628/11 = 57,09$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 4 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 3 098 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $3\,098/11 = 281,64$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 326 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,326/11 = 120,55$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 5 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 3 236 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $3\,236/11 = 294,18$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 870 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,870/11 = 170$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 6 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 3 391 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $3\,391/11 = 308,27$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 891 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $891/11 = 81$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 7 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 959 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $959/11 = 87,18$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 788 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $788/11 = 71,64$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 8 | Primeiros 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 2 670 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $2\ 670/10 = 267$ segundos |
| | Segundos 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 496 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $496/10 = 49,60$ segundos |

| | | |
|-------|--|--|
| Dia 9 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 651 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $651/11 = 59,18$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 2 109 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $2\ 109/11 = 191,73$ segundos |

| | | |
|--------|--|--|
| Dia 10 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 935 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $935/11 = 85$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 932 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $932/11 = 84,73$ segundos |

| | | |
|--------|--|--|
| Dia 11 | Primeiros 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 3 094 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $3\,094/10 = 309,4$ segundos |
| | Segundos 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 274 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,274/10 = 127,40$ segundos |

| | | |
|--------|--|--|
| Dia 12 | Primeiros 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 524 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $524/11 = 47,64$ segundos |
| | Segundos 30 min (11 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 964 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $964/11 = 87,64$ segundos |

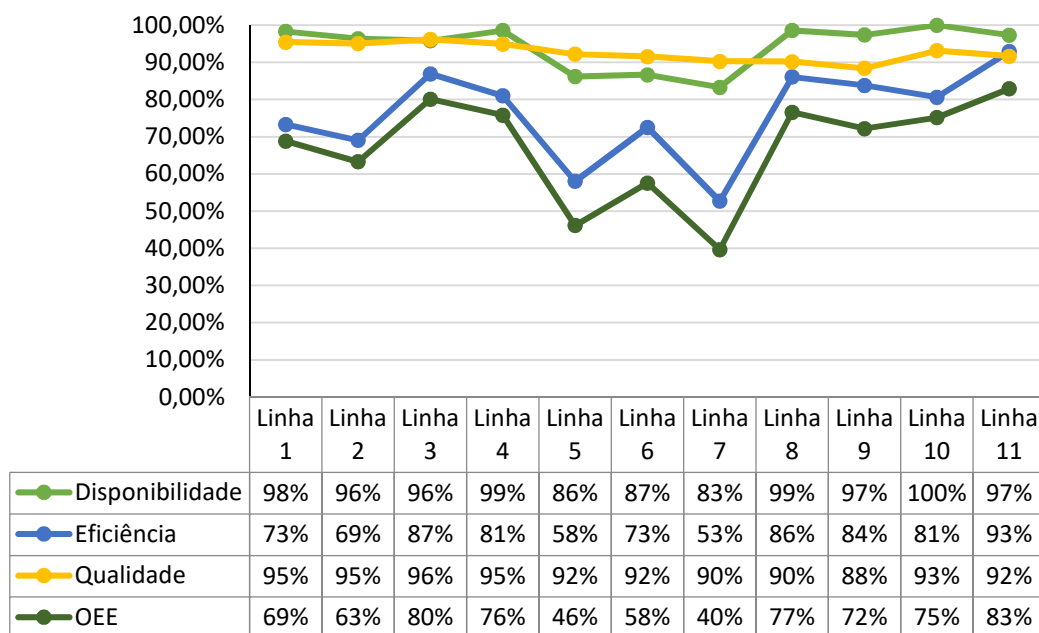
| | | |
|--------|--|--|
| Dia 13 | Primeiros 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 446 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,446/10 = 144,6$ segundos |
| | Segundos 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 506 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $506/10 = 50,60$ segundos |

| | | |
|--------|--|--|
| Dia 14 | Primeiros 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 059 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,059/10 = 105,9$ segundos |
| | Segundos 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 971 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $971/10 = 97,1$ segundos |

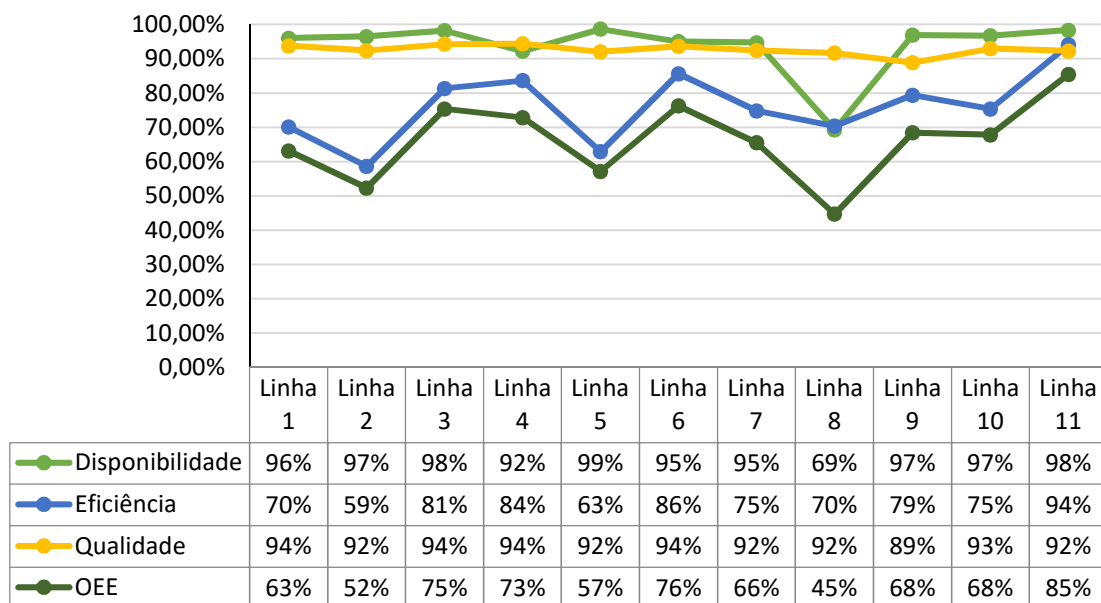
| | | |
|--------|--|--|
| Dia 15 | Primeiros 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 1 784 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $1\,784/10 = 178,4$ segundos |
| | Segundos 30 min (10 linhas operacionais) | Tempo improdutivo total devido à ocorrência de micro paragens nas linhas 875 segundos |
| | | Tempo improdutivo por linha $875/10 = 87,5$ segundos |

ANEXO K – OEE das linhas e os seus fatores das semanas 47 à 52

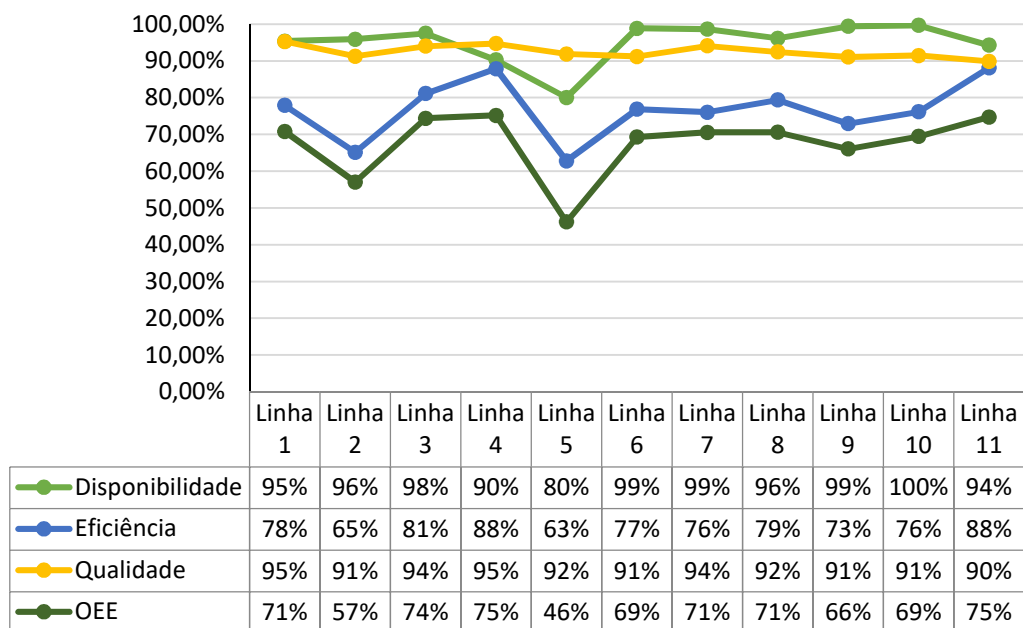
OEE das linhas e os seus fatores na semana 47



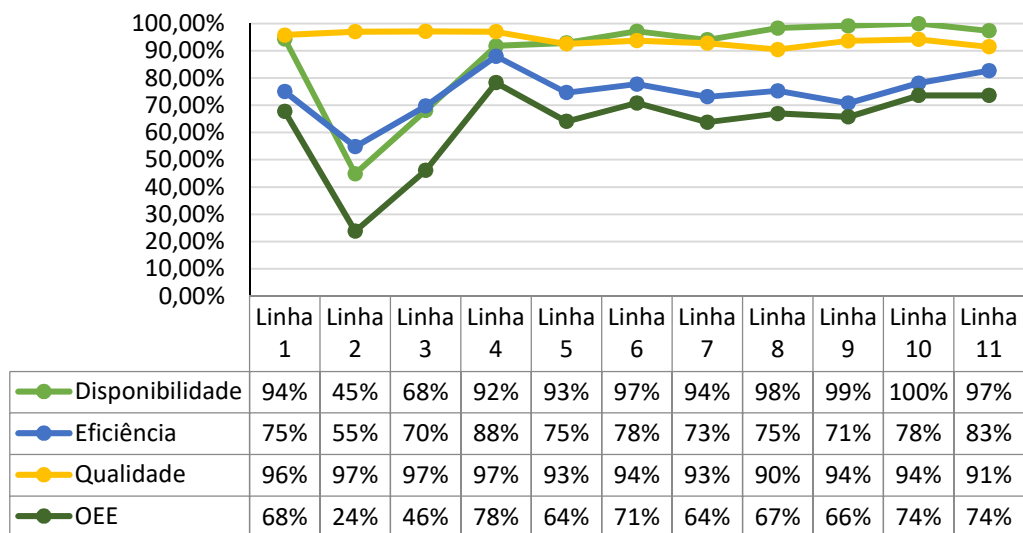
OEE das linhas e os seus fatores na semana 48



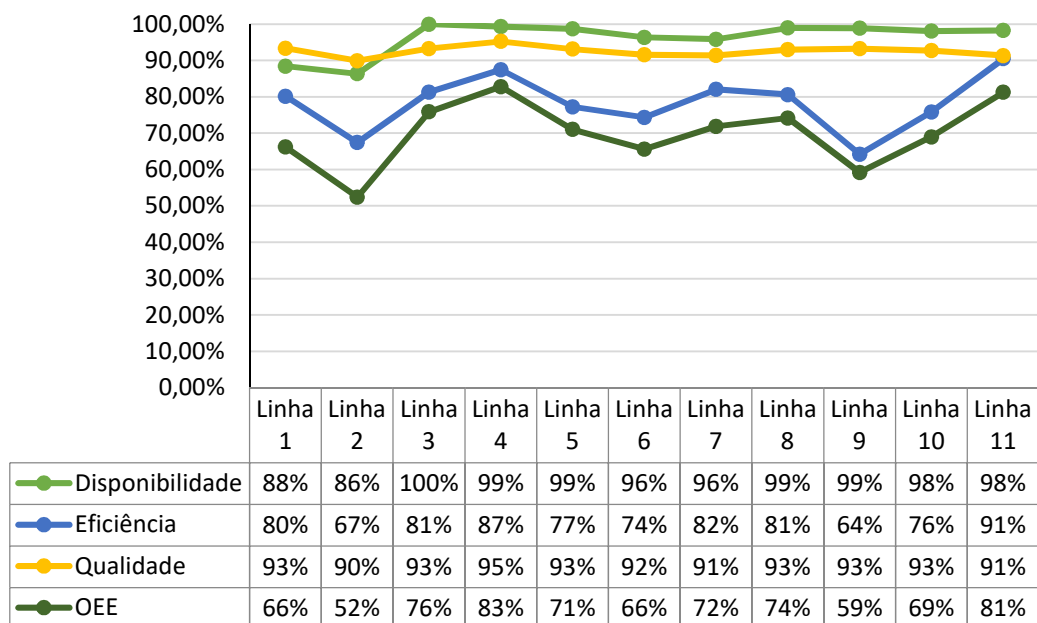
OEE das linhas e os seus fatores na semana 49



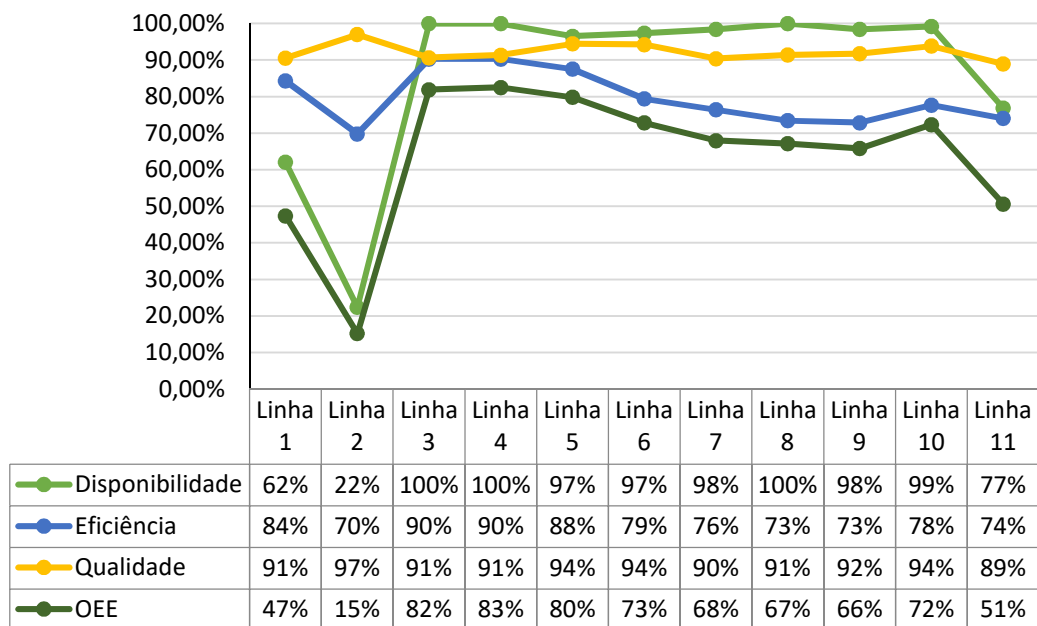
OEE das linhas e os seus fatores na semana 50



OEE das linhas e os seus fatores na semana 51



OEE das linhas e os seus fatores na semana 52



**ANEXO L – Síntese da análise realizada a cada uma
das causas mais significativas para o tempo
improdutivo devido à ocorrência de micro paragens**

| Causas mais significativas | Alterações realizadas | | | Possíveis alterações a implementar |
|---|--|---|---|---|
| | Descrição | Impacto | Observações | |
| Anomalia no posto 3 OK/NOK da SVE | Alteração do seletor na SVE da linha 11 para o seu funcionamento não ser perturbado por eventuais rolhas presentes no tapete | Redução do número médio de anomalias, por turno, no posto 3 em aproximadamente 91% | Justifica-se a alteração do seletor nas restantes SVE que constituem as linhas da segunda escolha | Aumentar o espaço no interior da peça que suporta o seletor para eliminar totalmente o reduzido número de anomalias que se observa atualmente |
| Encravamento na calha das cavidades da SVE devido a apara | Ajuste dos parâmetros dos programas nas máquinas da primeira escolha para que a quantidade de apara que chega à segunda escolha seja menor | Redução do número médio de encravamentos, por turno, na calha das cavidades das SVE devido a apara em aproximadamente 23% | - | - |

| Causas mais significativas | Alterações realizadas | | | Possíveis alterações a implementar |
|-----------------------------------|---|---|--|------------------------------------|
| | Descrição | Impacto | Observações | |
| Encravamento no centrífugo da SVE | Colocação dos suportes das “palhinhas de borracha” mais para o centro do centrífugo para que as rolhas não fiquem encravadas entre o suporte e as rolhas presentes no alimentador e/ou a guia | Eliminação total dos encravamentos que ocorriam por este motivo | - | - |
| | Colocação de arames moldados na parte lateral de todos os centrífugos para impedir que as rolhas cheguem à guia posicionadas na vertical | Aumento do número médio de encravamentos, por turno, nos centrífugos das SVE em aproximadamente 6% | Os arames não foram corretamente posicionados nos centrífugos, o que resultou no encravamento das rolhas nos próprios arames | |
| | Reposicionamento do arame no centrífugo da SVE nº 11 e realização dos ajustes necessários até garantir que os encravamentos que ocorrem no arame são praticamente nulos | Redução do número médio de encravamentos, por turno, no centrífugo em 74% em relação ao número médio de encravamentos sem qualquer alteração no centrífugo e em 82% em relação ao número médio de encravamentos após a colocação do arame | Justifica-se a implementação desta alteração nos restantes centrífugos que constituem as linhas da segunda escolha | |

| Causas mais significativas | Alterações realizadas | | | Possíveis alterações a implementar |
|--|--|--|--|---|
| | Descrição | Impacto | Observações | |
| Encravamento na calha das cavidades da SVE | Colocação de uma peça nas SVE das linhas 7 e 11 que cria uma ligeira inclinação entre o fim do tapete e a calha para diminuir a superfície de contacto e, consequentemente, o atrito gerado entre o topo da rolha a entrar na calha e o topo da rolha seguinte presente no fim do tapete | Aumento do número médio de encravamentos, por turno, na calha das cavidades da SVE em aproximadamente 152% na linha 7 e em 92% na linha 11 | <p>As rolhas permaneciam encravadas total ou parcialmente dentro da própria peça, o que justificou a remoção da peça nas duas SVE que serviram como piloto</p> <p>A discrepância significativa observada no aumento do número médio de encravamentos na calha da SVE das duas linhas deve-se à capacidade das cavidades da SVE: as cavidades da SVE da linha 7 têm capacidade para três rolhas, enquanto que as da linha 11 para uma rolha</p> | <p><u>Alteração ideal:</u> criar martelos para todos os tamanhos de rolhas que as linhas escolhem para que as rolhas sejam sempre impulsionadas em todo o seu comprimento</p> <p>OU</p> <p><u>Alteração alternativa:</u> aumentar a peça que suporta o martelo alimentador e torná-la móvel para que a parte da rolha que está em contacto com a rolha seguinte presente no fim do tapete seja sempre impulsionada pelo martelo já que é neste ponto que o atrito gerado é maior</p> <p>Colocar novamente cavidades com capacidade para uma rolha na SVE da linha 7 para eliminar os encravamentos que ocorrem na calha devido às rolhas ficarem mal posicionadas nas cavidades</p> |

| Causas mais significativas | Alterações realizadas | | | Possíveis alterações a implementar |
|----------------------------|--|---|--|--|
| | Descrição | Impacto | Observações | |
| Anomalia no posto 1 da SVE | Colocação de uma peça nas SVE das linhas 7 e 11 que cria uma ligeira inclinação entre o fim do tapete e a calha para diminuir a superfície de contacto e, consequentemente, o atrito gerado entre o topo da rolha a entrar na calha e o topo da rolha seguinte presente no fim do tapete | Redução do número médio de anomalias, por turno, no posto 1 da SVE em aproximadamente 85% na linha 7 e em 98% na linha 11 | <p>As anomalias no posto 1 no período em que a peça esteve colocada reduziram porque os encravamentos devido à rolha ficar inclinada após ser impulsionada pelo martelo ocorriam principalmente à entrada da calha</p> <p>A redução do número de anomalias no posto 1 da SVE da linha 7 foi menor que a da linha 11 devido à capacidade das cavidades da SVE: as cavidades da SVE da linha 7 têm capacidade para três rolhas, enquanto que as da linha 11 para uma rolha</p> | <p><u>Alteração ideal:</u> criar martelos para todos os tamanhos de rolhas que as linhas escolhem para que as rolhas sejam sempre impulsionadas em todo o seu comprimento</p> <p>OU</p> <p><u>Alteração alternativa:</u> aumentar a peça que suporta o martelo alimentador e torná-la móvel para que a parte da rolha que está em contacto com a rolha seguinte presente no fim do tapete seja sempre impulsionada pelo martelo já que é neste ponto que o atrito gerado é maior</p> <p>Colocar novamente cavidades com capacidade para uma rolha na SVE da linha 7 para reduzir as anomalias no posto 1</p> |

| Causas mais significativas | Alterações realizadas | | | Possíveis alterações a implementar |
|-------------------------------|---|---|---|--|
| | Descrição | Impacto | Observações | |
| Encravamento no tapete da SVE | Eliminação total da folga entre o fim do centrífugo e o início do tapete das SVE das linhas 7 e 11 para que as rolhas ao saírem do centrífugo entrem imediatamente no tapete sem serem sujeitas a qualquer inclinação | <u>Com a peça entre o fim do tapete e a calha</u> Aumento do número médio de encravamentos, por turno, no tapete da SVE em aproximadamente 82% na linha 7 e em 77% na linha 11 | A colocação da peça entre o fim do tapete e a calha das SVE conduziu à ocorrência de encravamentos no fim do tapete. Após a remoção da peça, já foi possível perceber qual o impacto real da alteração realizada, uma vez que os encravamentos no fim do tapete deixaram de ocorrer | Para eliminar totalmente o número de encravamentos que se observa atualmente, colocar um reforço móvel (em aço, por exemplo) para que a abertura superior da calha do tapete nunca seja superior à permitida |
| | | <u>Sem a peça entre o fim do tapete e a calha</u> Redução do número médio de encravamentos, por turno, no tapete da SVE em aproximadamente 72% na linha 7 e em 79% na linha 11 | Justifica-se a implementação desta alteração nos tapetes das SVE das restantes linhas | |

**ANEXO M – Observações registadas para estimar o
tempo de espera das máquinas após a
implementação da primeira redistribuição das
tarefas pelos operadores da segunda escolha**

| Nº | Data | Hora (início-fim) | Instante em que ocorreu a paragem da máquina | Instante em que o operador chegou à máquina | Tempo que o operador demorou a chegar à máquina | Máquina onde ocorreu a paragem | Local onde o operador estava quando ocorreu a paragem | Observações |
|----|------------|-------------------|--|---|---|--------------------------------|---|---|
| 1 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:02:40 | 00:03:18 | 00:00:38 | 1ª SVE | 7ª SVE | - |
| 2 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:03:40 | 00:04:09 | 00:00:29 | 7ª SVE | 1ª SVE | - |
| 3 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:05:08 | 00:06:45 | 00:01:37 | 1ª SVE | 7ª SVE | Atendeu a 7ª SVE |
| 4 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:06:55 | 00:07:37 | 00:00:42 | 7ª EE3D | 1ª SVE | - |
| 5 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:09:36 | 00:09:52 | 00:00:16 | 7ª SVE | Linha 4 | - |
| 6 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:11:15 | 00:11:30 | 00:00:15 | 2ª EE3D | 3ª EE3D | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 7 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:12:39 | 00:13:22 | 00:00:43 | 4ª SVE | Linha 8 | - |
| 8 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:14:43 | 00:15:14 | 00:00:31 | 8ª SVE | 7ª SVE | - |
| 9 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:19:54 | 00:20:45 | 00:00:51 | 10ª SVE | 9ª SVE | - |
| 10 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:20:32 | 00:22:12 | 00:01:40 | 1ª EE3D | 9ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 11 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:23:00 | 00:23:31 | 00:00:31 | 11ª SVE | 9ª SVE | - |
| 12 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:25:14 | 00:26:30 | 00:01:16 | 7ª SVE | Corredor | A operadora olhou mas não viu o sinal luminoso da máquina |
| 13 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:28:51 | 00:31:00 | 00:02:09 | 2ª SVE | Corredor | Atendeu a 9ª SVE |
| 14 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:29:30 | 00:30:01 | 00:00:31 | 9ª SVE | Corredor | - |
| 15 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:32:20 | 00:33:36 | 00:01:16 | 4ª EE3D | Corredor interno | Atendeu a 7ª SVE |
| 16 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:34:23 | 00:35:55 | 00:01:32 | 11ª SVE | Linha 4 | Atendeu a 2ª EE3D |
| 17 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:40:10 | 00:41:17 | 00:01:07 | 9ª EE3D | Corredor | Atendeu a 4ª EE3D |
| 18 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:41:45 | 00:42:35 | 00:00:50 | 1ª EE3D | Corredor | Atendeu a 2ª EE3D |
| 19 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:41:45 | 00:42:19 | 00:00:34 | 2ª SVE | Corredor | - |
| 20 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:44:07 | 00:44:30 | 00:00:23 | 1ª SVE | Corredor | Atendeu a 2ª SVE |
| 21 | 24/03/2016 | 11:11-12:00 | 00:47:42 | 00:47:51 | 00:00:09 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 22 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:00:20 | 00:00:45 | 00:00:25 | 6ª EE3D | Corredor interno | - |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|--|
| 23 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:03:00 | 00:03:30 | 00:00:30 | 11ª EE3D | Corredor interno | - |
| 24 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:04:13 | 00:07:20 | 00:03:07 | 6ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 1ª SVE, 3ª SVE e 7ª SVE |
| 25 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:07:33 | 00:07:48 | 00:00:15 | 1ª SVE | 6ª EE3D | - |
| 26 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:00:13 | 00:01:47 | 00:01:34 | 5ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 1ª SVE e 4ª SVE |
| 27 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:01:58 | 00:02:35 | 00:00:37 | 7ª SVE | 5ª SVE | - |
| 28 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:03:17 | 00:03:35 | 00:00:18 | 6ª EE3D | Corredor | - |
| 29 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:04:18 | 00:06:18 | 00:02:00 | 1ª EE3D | 11ª SVE | Atendeu a 11ª SVE e 3ª SVE |
| 30 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:08:30 | 00:08:44 | 00:00:14 | 9ª SVE | 11ª SVE | - |
| 31 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:11:20 | 00:11:31 | 00:00:11 | 1ª SVE | Corredor interno | - |
| 32 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:11:55 | 00:12:07 | 00:00:12 | 5ª SVE | Corredor interno | - |
| 33 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:12:28 | 00:12:42 | 00:00:14 | 7ª SVE | 6ª SVE | - |
| 34 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:15:33 | 00:15:48 | 00:00:15 | 3ª SVE | Corredor | - |
| 35 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:17:10 | 00:17:21 | 00:00:11 | 4ª SVE | Corredor | - |
| 36 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:17:30 | 00:18:00 | 00:00:30 | 6ª SVE | 4ª SVE | - |
| 37 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:19:19 | 00:20:18 | 00:00:59 | 1ª SVE | 10ª SVE | - |
| 38 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:21:00 | 00:21:55 | 00:00:55 | 9ª SVE | Corredor | Atendeu 8ª SVE |
| 39 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:22:46 | 00:23:08 | 00:00:22 | 5ª SVE | Corredor | - |
| 40 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:24:38 | 00:25:24 | 00:00:46 | 6ª EE3D | 1ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 41 | 30/03/2016 | 08:18-09:15 | 00:28:55 | 00:30:18 | 00:01:23 | 1ª SVE | 9ª SVE | Atendeu a 9ª SVE e 5ª SVE |
| 42 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:00:00 | 00:01:15 | 00:01:15 | 1ª EE3D | 10ª SVE | - |
| 43 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:01:28 | 00:03:57 | 00:02:29 | 10ª EE3D | 1ª EE3D | Atendeu 1ª EE3D, 4ª EE3D e 1ª SVE. Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 44 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:05:35 | 00:07:04 | 00:01:29 | 1ª SVE | 9ª EE3D | Atendeu 9ª EE3D, 10ª SVE, 11ª SVE. Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 45 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:08:05 | 00:10:45 | 00:02:40 | 10ª SVE | 1ª SVE | Atendeu 1ª SVE, 2ª SVE, 1ª SVE |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|---|
| 46 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:11:10 | 00:12:23 | 00:01:13 | 2ª EE3D | 9ª EE3D | Atendeu 9ª EE3D, 10ª SVE. Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 47 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:13:01 | 00:13:12 | 00:00:11 | 9ª SVE | 8ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 48 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:13:01 | 00:14:51 | 00:01:50 | 10ª EE3D | 8ª SVE | Atendeu a 8ª SVE, 9ª SVE |
| 49 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:15:21 | 00:15:55 | 00:00:34 | 9ª EE3D | Corredor | - |
| 50 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:17:17 | 00:17:42 | 00:00:25 | 1ª SVE | Corredor interno | - |
| 51 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:19:47 | 00:20:23 | 00:00:36 | 2ª EE3D | Corredor interno | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 52 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:20:41 | 00:21:20 | 00:00:39 | 10ª SVE | 7ª SVE | - |
| 53 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:24:00 | 00:24:47 | 00:00:47 | 1ª SVE | 3ª EE3D | - |
| 54 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:25:34 | 00:26:31 | 00:00:57 | 11ª SVE | 3ª EE3D | - |
| 55 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:29:10 | 00:29:37 | 00:00:27 | 10ª SVE | 6ª EE3D | - |
| 56 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:30:14 | 00:30:50 | 00:00:36 | 1ª SVE | 7ª SVE | - |
| 57 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:35:10 | 00:36:47 | 00:01:37 | 10ª SVE | 2ª SVE | Atendeu a 2ª SVE |
| 58 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:37:54 | 00:39:29 | 00:01:35 | 3ª EE3D | Corredor | Atendeu a 6ª SVE |
| 59 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:39:24 | 00:39:57 | 00:00:33 | 1ª SVE | 3ª EE3D | - |
| 60 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:40:32 | 00:41:03 | 00:00:31 | 7ª EE3D | Corredor | - |
| 61 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:50:36 | 00:51:39 | 00:01:03 | 1ª SVE | Corredor interno | Atendeu a 8ª EE3D. Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 62 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:54:09 | 00:54:53 | 00:00:44 | 8ª EE3D | Linha 10 | - |
| 63 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 01:01:45 | 01:03:21 | 00:01:36 | 1ª SVE | 9ª SVE | Coreedor |
| 64 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 01:04:05 | 01:04:55 | 00:00:50 | 9ª SVE | 8ª SVE | - |
| 65 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 01:06:00 | 01:06:34 | 00:00:34 | 10ª SVE | Corredor | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 66 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 01:07:31 | 01:08:29 | 00:00:58 | 1ª SVE | 10ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 67 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:02:24 | 00:04:46 | 00:02:22 | 1ª SVE | Linha 7 | Atendeu a 4ª SVE. |
| 68 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:07:07 | 00:09:34 | 00:02:27 | 1ª SVE | Linha 4 | Atendeu 4ª SVE e 2ª SVE |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|---|
| 69 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:11:24 | 00:11:35 | 00:00:11 | 9ª SVE | Corredor interno | - |
| 70 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:12:52 | 00:16:14 | 00:03:22 | 1ª SVE | 11ª SVE | Atendeu 11ª SVE, 9ª SVE e 5ª SVE |
| 71 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:16:27 | 00:17:13 | 00:00:46 | 7ª SVE | Corredor interno | - |
| 72 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:17:00 | 00:17:46 | 00:00:46 | 10ª EE3D | 7ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 73 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:18:18 | 00:18:25 | 00:00:07 | 1ª SVE | Corredor interno | - |
| 74 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:18:43 | 00:18:57 | 00:00:14 | 10ª EE3D | 1ª SVE | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 75 | 31/03/2016 | 08:18-09:51 | 00:19:45 | 00:21:11 | 00:01:26 | 10ª SVE | 2ª SVE | - |
| 76 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:04:03 | 00:05:29 | 00:01:26 | 4ª EE3D | 11ª SVE | Atendeu a 11ª SVE, 10ª SVE. |
| 77 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:05:50 | 00:06:24 | 00:00:34 | 1ª SVE | 4ª SVE | - |
| 78 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:07:50 | 00:08:11 | 00:00:21 | 4ª SVE | 3ª SVE | - |
| 79 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:08:19 | 00:09:20 | 00:01:01 | 10ª SVE | 2ª SVE | - |
| 80 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:08:19 | 00:09:42 | 00:01:23 | 8ª SVE | Corredor | Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 81 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:16:20 | 00:17:34 | 00:01:14 | 8ª SVE | 4ª SVE | - |
| 82 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:17:57 | 00:19:14 | 00:01:17 | 3ª SVE | 8ª SVE | Atendeu a 4ª SVE |
| 83 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:18:20 | 00:18:36 | 00:00:16 | 4ª SVE | Corredor | - |
| 84 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:21:23 | 00:22:36 | 00:01:13 | 4ª SVE | 10ª EE3D | - |
| 85 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:31:55 | 00:33:21 | 00:01:26 | 8ª SVE | Corredor | Atendeu a 1ª SVE |
| 86 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:32:33 | 00:32:53 | 00:00:20 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 87 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:34:35 | 00:34:45 | 00:00:10 | 8ª SVE | Corredor | - |
| 88 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:38:19 | 00:38:33 | 00:00:14 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 89 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:40:09 | 00:41:01 | 00:00:52 | 3ª SVE | Corredor interno | - |
| 90 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:41:00 | 00:41:25 | 00:00:25 | 1ª SVE | 3ª SVE | Atendeu a 3ª SVE |
| 91 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:43:38 | 00:44:04 | 00:00:26 | 8ª SVE | 10ª SVE | Atendeu a 10ª SVE |
| 92 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:45:45 | 00:45:55 | 00:00:10 | 10ª SVE | Corredor interno | - |
| 93 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:46:22 | 00:47:23 | 00:01:01 | 3ª SVE | 10ª EE3D | Atendeu a 7ª SVE |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|--|
| 94 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:54:18 | 00:55:23 | 00:01:05 | 1ª SVE | 8ª SVE | Atendeu a 8ª SVE |
| 95 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:55:45 | 00:57:00 | 00:01:15 | 10ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 1ª SVE, 8ª SVE |
| 96 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:57:14 | 00:57:55 | 00:00:41 | 3ª SVE | 10ª SVE | - |
| 97 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:58:35 | 00:58:55 | 00:00:20 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 98 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:03:39 | 00:04:55 | 00:01:16 | 4ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 1ª SVE |
| 99 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:06:50 | 00:07:05 | 00:00:15 | 8ª SVE | Corredor interno | - |
| 100 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:07:45 | 00:07:58 | 00:00:13 | 10ª EE3D | Corredor interno | - |
| 101 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:09:31 | 00:09:46 | 00:00:15 | 3ª SVE | Corredor | - |
| 102 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:10:18 | 00:10:47 | 00:00:29 | 8ª SVE | 4ª SVE | - |
| 103 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:13:18 | 00:14:01 | 00:00:43 | 1ª SVE | 6ª SVE | - |
| 104 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:16:45 | 00:17:12 | 00:00:27 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 105 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:17:27 | 00:19:18 | 00:01:51 | 8ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 1ª SVE, 5ª SVE |
| 106 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:20:50 | 00:21:07 | 00:00:17 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 107 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:26:44 | 00:26:54 | 00:00:10 | 1ª SVE | 2ª SVE | - |
| 108 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:30:06 | 00:30:38 | 00:00:32 | 6ª SVE | Corredor | - |
| 109 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:31:36 | 00:31:49 | 00:00:13 | 10ª EE3D | Corredor | - |
| 110 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:33:20 | 00:34:05 | 00:00:45 | 2ª EE3D | 10ª SVE | - |
| 111 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:35:10 | 00:35:29 | 00:00:19 | 4ª SVE | Corredor | - |
| 112 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:35:44 | 00:36:22 | 00:00:38 | 1ª SVE | 4ª SVE | Atendeu a 4ª SVE |
| 113 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:36:33 | 00:36:58 | 00:00:25 | 8ª SVE | 1ª SVE | - |
| 114 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:36:50 | 00:39:35 | 00:02:45 | 3ª EE3D | 8ª SVE | Atendeu a 10ª SVE, 11ª SVE, 10ª SVE. Foi uma operadora logística que atendeu a máquina |
| 115 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:41:01 | 00:41:33 | 00:00:32 | 10ª SVE | Corredor interno | - |
| 116 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:41:51 | 00:42:20 | 00:00:29 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 117 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:42:32 | 00:43:51 | 00:01:19 | 10ª EE3D | 1ª SVE | Atendeu a 7ª SVE |
| 118 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:47:19 | 00:47:32 | 00:00:13 | 4ª SVE | Corredor | - |
| 119 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:47:47 | 00:48:27 | 00:00:40 | 8ª SVE | Linha 2 | - |
| 120 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:48:51 | 00:49:17 | 00:00:26 | 11ª SVE | 8ª SVE | - |
| 121 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:50:15 | 00:50:23 | 00:00:08 | 7ª SVE | Corredor | - |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------|--|
| 122 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:53:30 | 00:54:00 | 00:00:30 | 11ª SVE | Corredor | - |
| 123 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:57:17 | 00:57:43 | 00:00:26 | 4ª SVE | Corredor | - |
| 124 | 05/04/2016 | 09:07-12:12 | 00:58:22 | 00:59:17 | 00:00:55 | 11ª SVE | 4ª SVE | Atendeu a 8ª EE3D |
| 125 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:00:10 | 00:01:56 | 00:01:46 | 1ª SVE | 10ª SVE | Atendeu a 10ª SVE |
| 126 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:02:05 | 00:02:59 | 00:00:54 | 10ª EE3D | 1ª SVE | - |
| 127 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:03:56 | 00:06:25 | 00:02:29 | 1ª SVE | 10ª EE3D | Atendeu a 10ª EE3D, 7ª SVE, 3ª SVE |
| 128 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:13:00 | 00:13:38 | 00:00:38 | 6ª SVE | 9ª SVE | Atendeu a 9ª SVE |
| 129 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:16:38 | 00:17:02 | 00:00:24 | 3ª EE3D | Corredor | - |
| 130 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:24:35 | 00:25:10 | 00:00:35 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 131 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:27:10 | 00:27:27 | 00:00:17 | 8ª SVE | Corredor | - |
| 132 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:29:15 | 00:29:24 | 00:00:09 | 6ª SVE | 7ª SVE | - |
| 133 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:33:18 | 00:33:58 | 00:00:40 | 1ª SVE | 7ª SVE | Atendeu a 7ª SVE |
| 134 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:34:05 | 00:34:35 | 00:00:30 | 8ª SVE | Corredor | - |
| 135 | 08/04/2016 | 11:41-12:18 | 00:35:30 | 00:36:27 | 00:00:57 | 1ª EE3D | 8ª SVE | Atendeu a 8ª SVE |
| 136 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:00:00 | 00:01:59 | 00:01:59 | 2ª EE3D | 3ª SVE | Atendeu a 3ª SVE, 10ª SVE |
| 137 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:03:37 | 00:04:23 | 00:00:46 | 9ª SVE | 5ª SVE | Atendeu a 5ª SVE |
| 138 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:05:00 | 00:05:27 | 00:00:27 | 7ª EE3D | 9ª SVE | - |
| 139 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:06:14 | 00:06:45 | 00:00:31 | 5ª SVE | 7ª EE3D | - |
| 140 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:07:10 | 00:10:15 | 00:03:05 | 8ª SVE | Linha 4 | A trocar cestos. Atendeu a 5ª SVE, 7ª SVE |
| 141 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:07:10 | 00:09:42 | 00:02:32 | 7ª SVE | Linha 4 | A trocar cestos. Atendeu a 5ª SVE |
| 142 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:14:15 | 00:15:08 | 00:00:53 | 9ª SVE | 1ª SVE | Atendeu a 5ª SVE |
| 143 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:22:22 | 00:23:09 | 00:00:47 | 11ª SVE | 7ª EE3D | - |
| 144 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:23:27 | 00:23:36 | 00:00:09 | 6ª SVE | Corredor | - |
| 145 | 12/04/2016 | 11:49-12:17 | 00:23:50 | 00:27:09 | 00:03:19 | 11ª SVE | 3ª SVE | Atendeu a 3ª SVE, 1ª SVE, 7ª SVE, 5ª SVE, 9ª SVE |

**ANEXO N – Observações registadas para estimar o
tempo de espera das máquinas após a
implementação da segunda redistribuição das
tarefas pelos operadores da segunda escolha**

| Nº | Data | Hora (início-fim) | Instante em que ocorreu a paragem da máquina | Instante em que o operador chegou à máquina | Tempo que o operador demorou a chegar à máquina | Máquina onde ocorreu a paragem | Local onde o operador estava quando ocorreu a paragem | Observações |
|----|------------|-------------------|--|---|---|--------------------------------|---|---|
| 1 | 27/04/2016 | 10:28-11:03 | 00:03:15 | 00:03:29 | 00:00:14 | 2ª SVE | 1ª SVE | - |
| 2 | 27/04/2016 | 10:28-11:03 | 00:18:40 | 00:22:26 | 00:03:46 | 3ª EE3D | 2ª SVE | - |
| 3 | 27/04/2016 | 10:28-11:03 | 00:28:43 | 00:29:41 | 00:00:58 | 5ª SVE | 3ª SVE | - |
| 4 | 27/04/2016 | 10:28-11:03 | 00:30:34 | 00:31:34 | 00:01:00 | 1ª SVE | 5ª SVE | Corredor interno |
| 5 | 27/04/2016 | 10:28-11:03 | 00:31:41 | 00:33:44 | 00:02:03 | 1ª SVE | 2ª EE3D | Corredor interno |
| 6 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:39:10 | 00:39:50 | 00:00:40 | 10ª SVE | Corredor interno | Atendeu a 9ª SVE |
| 7 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:45:10 | 00:45:25 | 00:00:15 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 8 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:45:46 | 00:46:21 | 00:00:35 | 10ª EE3D | 7ª SVE | - |
| 9 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:47:22 | 00:47:46 | 00:00:24 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 10 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:49:30 | 00:50:25 | 00:00:55 | 11ª SVE | 6ª SVE | - |
| 11 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:50:43 | 00:51:40 | 00:00:57 | 7ª SVE | 8ª SVE | - |
| 12 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:52:12 | 00:53:30 | 00:01:18 | 11ª SVE | 7ª SVE | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 13 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:55:29 | 00:57:18 | 00:01:49 | 10ª EE3D | 6ª SVE | Fez a limpeza na linha 6. Atendeu a 8ª SVE. Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 14 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:58:18 | 00:59:06 | 00:00:48 | 11ª SVE | Linha 8 | Fez limpeza na linha 8. |
| 15 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 01:00:19 | 01:00:53 | 00:00:34 | 11ª EE3D | - | |
| 16 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:08:31 | 00:08:42 | 00:00:11 | 8ª SVE | Corredor ininterno | - |
| 17 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:11:30 | 00:12:28 | 00:00:58 | 8ª SVE | 7ª SVE | - |
| 18 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:12:43 | 00:16:00 | 00:03:17 | 11ª SVE | 8ª SVE | Atendeu a 8ª SVE e fez limpeza à linha |
| 19 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:16:03 | 00:16:12 | 00:00:09 | 10ª SVE | 11ª EE3D | - |
| 20 | 27/04/2016 | 11:03-11:55 | 00:18:35 | 00:19:19 | 00:00:44 | 7ª EE3D | Linha 10 | A fazer limpeza à linha 10 |
| 21 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:09:23 | 00:09:26 | 00:00:03 | 7ª SVE | Armário do setor | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 22 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:09:53 | 00:10:14 | 00:00:21 | 9ª EE3D | 10ª SVE | - |
| 23 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:10:20 | 00:10:33 | 00:00:13 | 7ª SVE | Corredor interno | - |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|----------------------------|--|
| 24 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:17:14 | 00:17:24 | 00:00:10 | 8ª SVE | Corredor | - |
| 25 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:17:40 | 00:17:55 | 00:00:15 | 7ª SVE | 8ª SVE | - |
| 26 | 28/04/2016 | 09:46-10:14 | 00:18:28 | 00:18:49 | 00:00:21 | 8ª EE3D | 7ª SVE | - |
| 27 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:01:22 | 00:01:41 | 00:00:19 | 3ª SVE | 1ª SVE | - |
| 28 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:01:35 | 00:02:55 | 00:01:20 | 5ª SVE | 3ª SVE | - |
| 29 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:01:55 | 00:02:09 | 00:00:14 | 1ª SVE | 3ª SVE | - |
| 30 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:04:03 | 00:05:13 | 00:01:10 | 6ª EE3D | Linha 2 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 31 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:05:21 | 00:05:51 | 00:00:30 | 3ª SVE | 2ª SVE | - |
| 32 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:13:30 | 00:17:00 | 00:03:30 | 1ª SVE | Corredor interno | A fazer limpeza ao corredor interno. A operadora olhou para as linhas mas não reparou na sinalização da máquina |
| 33 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:19:16 | 00:19:22 | 00:00:06 | 6ª EE3D | Corredor interno | - |
| 34 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:23:02 | 00:25:05 | 00:02:03 | 1ª SVE | Corredor interno | Desencravou 3ª EE3D. Fez limpeza à linha 2. Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 35 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:23:10 | 00:23:31 | 00:00:21 | 3ª EE3D | Corredor interno | - |
| 36 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:28:38 | 00:28:48 | 00:00:10 | 1ª EE3D | Corredor interno | - |
| 37 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:29:31 | 00:30:11 | 00:00:40 | 6ª SVE | A fazer limpeza na linha 3 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 38 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:32:12 | 00:32:36 | 00:00:24 | 1ª SVE | Corredor interno | - |
| 39 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:06:07 | 00:07:20 | 00:01:13 | 6ª EE3D | 2ª SVE | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 40 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:07:05 | 00:09:00 | 00:01:55 | 1ª SVE | 2ª SVE | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 41 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:11:02 | 00:12:00 | 00:00:58 | 5ª EE3D | Corredor | - |
| 42 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:13:16 | 00:13:54 | 00:00:38 | 5ª EE3D | Linha 4 | - |
| 43 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:16:07 | 00:17:20 | 00:01:13 | 1ª SVE | WC | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 44 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:16:37 | 00:18:34 | 00:01:57 | 3ª SVE | WC | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|--|
| 45 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:19:22 | 00:19:50 | 00:00:28 | 3ª SVE | - | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 46 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:22:25 | 00:24:25 | 00:02:00 | 1ª SVE | Corredor | A operadora olhou para as linhas mas não reparou na sinalização da máquina |
| 47 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:26:15 | 00:26:49 | 00:00:34 | 6ª SVE | Corredor | - |
| 48 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:28:23 | 00:29:23 | 00:01:00 | 1ª SVE | Linha 4 | - |
| 49 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:01:15 | 00:02:18 | 00:01:03 | 3ª SVE | 1ª SVE | - |
| 50 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:04:38 | 00:05:11 | 00:00:33 | 5ª EE3D | Corredor interno | - |
| 51 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:09:18 | 00:09:49 | 00:00:31 | 6ª EE3D | Linha 1 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 52 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:12:53 | 00:14:07 | 00:01:14 | 6ª EE3D | Linha 4 | Atendeu a 5ª SVE |
| 53 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:20:19 | 00:20:43 | 00:00:24 | 3ª SVE | Linha 6 | - |
| 54 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:20:30 | 00:22:47 | 00:02:17 | 5ª EE3D | 3ª SVE | - |
| 55 | 28/04/2016 | 10:29-12:00 | 00:23:33 | 00:24:01 | 00:00:28 | 1ª SVE | Linha 5 | - |
| 56 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:07:15 | 00:07:30 | 00:00:15 | 7ª SVE | Linha 11 | - |
| 57 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:07:50 | 00:09:49 | 00:01:59 | 11ª SVE | 7ª SVE | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 58 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:15:15 | 00:16:03 | 00:00:48 | 7ª SVE | Linha 11 | - |
| 59 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:18:25 | 00:19:05 | 00:00:40 | 8ª SVE | Linha 11 | - |
| 60 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:21:01 | 00:22:10 | 00:01:09 | 11ª SVE | Linha 7 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 61 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:23:53 | 00:24:11 | 00:00:18 | 8ª EE3D | Linha 11 | - |
| 62 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:45:16 | 00:45:42 | 00:00:26 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 63 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:46:10 | 00:46:24 | 00:00:14 | 11ª SVE | Linha 7 | - |
| 64 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:00:49 | 00:01:22 | 00:00:33 | 11ª SVE | Corredor interno | Atendeu a 10ª SVE |
| 65 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:03:12 | 00:03:22 | 00:00:10 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 66 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:03:59 | 00:04:10 | 00:00:11 | 11ª SVE | Corredor interno | - |
| 67 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:05:47 | 00:06:17 | 00:00:30 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 68 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:07:13 | 00:07:45 | 00:00:32 | 7ª SVE | 10ª SVE | - |
| 69 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:12:07 | 00:12:24 | 00:00:17 | 10ª EE3D | Linha 9 | - |
| 70 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:12:59 | 00:13:15 | 00:00:16 | 7ª SVE | Linha 9 | - |

| | | | | | | | | |
|----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|----------------------------------|---|
| 71 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:35:17 | 00:37:10 | 00:01:53 | 8ª EE3D | Linha 11 | A fazer limpeza à linha. Foi a operadora logística que atendeu a máquina. |
| 72 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:38:23 | 00:38:52 | 00:00:29 | 7ª EE3D | Linha 11 | A fazer limpeza. |
| 73 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:39:40 | 00:39:52 | 00:00:12 | 7ª SVE | Corredor interno | - |
| 74 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:41:46 | 00:42:09 | 00:00:23 | 7ª SVE | Linha 10 | - |
| 75 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:42:16 | 00:42:47 | 00:00:31 | 10ª SVE | 7ª SVE | - |
| 76 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:45:48 | 00:46:40 | 00:00:52 | 10ª EE3D | Linha 8 | A fazer limpeza |
| 77 | 29-04-1016 | 09:40-12:00 | 00:51:38 | 00:51:54 | 00:00:16 | 9ª SVE | Corredor interno a fazer limpeza | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 78 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:52:39 | 00:53:55 | 00:01:16 | 9ª SVE | Linha 8 | A fazer limpeza. Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 79 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:55:03 | 00:56:03 | 00:01:00 | 11ª SVE | Corredor interno | Atendeu a 9ª SVE |
| 80 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:59:12 | 00:59:45 | 00:00:33 | 7ª SVE | Linha 8 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 81 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 01:02:07 | 01:02:16 | 00:00:09 | 11ª SVE | Corredor interno | - |
| 82 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:01:10 | 00:01:20 | 00:00:10 | 11ª SVE | Corredor interno | - |
| 83 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:02:25 | 00:02:33 | 00:00:08 | 7ª SVE | Corredor interno | - |
| 84 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:02:43 | 00:03:13 | 00:00:30 | 11ª SVE | 7ª SVE | - |
| 85 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:06:15 | 00:06:56 | 00:00:41 | 9ª SVE | Linha 11 | - |
| 86 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:06:41 | 00:07:16 | 00:00:35 | 7ª SVE | Linha 11 | - |
| 87 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:07:36 | 00:08:27 | 00:00:51 | 11ª SVE | 7ª SVE | - |
| 88 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:08:51 | 00:09:23 | 00:00:32 | 7ª SVE | 11ª SVE | - |
| 89 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:11:52 | 00:13:25 | 00:01:33 | 10ª SVE | WC | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 90 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:14:27 | 00:14:39 | 00:00:12 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 91 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:21:42 | 00:21:50 | 00:00:08 | 11ª SVE | Corredor interno | - |
| 92 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:23:13 | 00:23:51 | 00:00:38 | 9ª SVE | 11ª SVE | - |
| 93 | 29/04/2016 | 09:40-12:00 | 00:25:05 | 00:25:16 | 00:00:11 | 10ª EE3D | Corredor interno | - |
| 94 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:02:21 | 00:03:32 | 00:01:11 | 6ª SVE | 1ª SVE | - |
| 95 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:03:50 | 00:04:06 | 00:00:16 | 5ª EE3D | 6ª SVE | - |
| 96 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:05:33 | 00:05:43 | 00:00:10 | 3ª SVE | 2ª SVE | - |
| 97 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:09:57 | 00:10:44 | 00:00:47 | 4ª SVE | 2ª SVE | - |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|------------------|--|
| 98 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:15:08 | 00:15:47 | 00:00:39 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 99 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:20:20 | 00:21:15 | 00:00:55 | 4ª SVE | 3ª SVE | - |
| 100 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:21:50 | 00:24:23 | 00:02:33 | 5ª SVE | 4ª SVE | A fazer limpeza à linhas 3 e 4 |
| 101 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:27:17 | 00:28:02 | 00:00:45 | 6ª EE3D | Linha 5 | A fazer limpeza. Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 102 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:38:40 | 00:40:13 | 00:01:33 | 6ª EE3D | 5ª SVE | - |
| 103 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:41:14 | 00:42:24 | 00:01:10 | 3ª EE3D | 6ª SVE | - |
| 104 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:48:00 | 00:50:45 | 00:02:45 | 5ª EE3D | Corredor interno | A fazer limpeza |
| 105 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:58:43 | 00:59:33 | 00:00:50 | 5ª SVE | Corredor | Atendeu a 2ª SVE |
| 106 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:04:10 | 00:05:20 | 00:01:10 | 5ª SVE | Corredor | - |
| 107 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:05:30 | 00:05:52 | 00:00:22 | 4ª SVE | 5ª SVE | - |
| 108 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:06:22 | 00:10:40 | 00:04:18 | 2ª EE3D | 3ª SVE | Atendeu a 5ª SVE. A operadora quando olhou a primeira vez para as linhas não reparou na sinalização da máquina |
| 109 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:08:48 | 00:09:53 | 00:01:05 | 6ª EE3D | Linha 3 | - |
| 110 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:11:20 | 00:13:09 | 00:01:49 | 3ª SVE | Linha 1 | - |
| 111 | 03/05/2016 | 10:40-12:00 | 00:16:20 | 00:17:02 | 00:00:42 | 6ª SVE | - | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 112 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:01:01 | 00:01:37 | 00:00:36 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 113 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:04:50 | 00:05:31 | 00:00:41 | 1ª SVE | Linha 6 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 114 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:07:02 | 00:07:43 | 00:00:41 | 6ª SVE | Linha 3 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 115 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:14:12 | 00:14:34 | 00:00:22 | 2ª SVE | Linha 4 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 116 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:15:00 | 00:15:32 | 00:00:32 | 6ª EE3D | Corredor | - |
| 117 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:16:58 | 00:17:54 | 00:00:56 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 118 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:19:15 | 00:19:22 | 00:00:07 | 6ª EE3D | Corredor | - |
| 119 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:20:44 | 00:22:28 | 00:01:44 | 1ª SVE | 7ª SVE | - |
| 120 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:22:10 | 00:23:00 | 00:00:50 | 5ª EE3D | 7ª SVE | - |
| 121 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:24:20 | 00:24:32 | 00:00:12 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 122 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:25:50 | 00:26:17 | 00:00:27 | 1ª SVE | Corredor | - |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|---------|------------------|---|
| 123 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:27:27 | 00:27:32 | 00:00:05 | 1ª SVE | Linha 1 | - |
| 124 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:29:53 | 00:30:21 | 00:00:28 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 125 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:34:43 | 00:35:15 | 00:00:32 | 1ª SVE | Linha 2 | - |
| 126 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:45:45 | 00:46:06 | 00:00:21 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 127 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:46:52 | 00:48:05 | 00:01:13 | 1ª SVE | Linha 2 | A fazer limpeza à linha 2 |
| 128 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:47:18 | 00:50:58 | 00:03:40 | 5ª SVE | Linha 2 | A fazer limpeza à linha 2 . Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 129 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:51:15 | 00:52:32 | 00:01:17 | 1ª SVE | Linha 3 | A fazer limpeza à linha 3 |
| 130 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:56:19 | 00:56:31 | 00:00:12 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 131 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:57:04 | 00:58:52 | 00:01:48 | 5ª SVE | Linha 4 | A fazer limpeza à linha 4. Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 132 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 01:01:30 | 01:02:45 | 00:01:15 | 1ª SVE | Corredor | A fazer limpeza à linha 5 |
| 133 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:01:10 | 00:01:52 | 00:00:42 | 2ª SVE | Corredor | - |
| 134 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:02:50 | 00:04:14 | 00:01:24 | 2ª SVE | Linha 6 | A fazer limpeza á linha 6 |
| 135 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:05:13 | 00:05:32 | 00:00:19 | 2ª EE3D | 1ª SVE | - |
| 136 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:07:02 | 00:08:54 | 00:01:52 | 1ª SVE | Linha 6 | A fazer limpeza à linha 6 Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 137 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:13:31 | 00:14:11 | 00:00:40 | 5ª SVE | 1ª SVE | - |
| 138 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:25:00 | 00:27:19 | 00:02:19 | 3ª SVE | 1ª SVE | - |
| 139 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:27:25 | 00:28:15 | 00:00:50 | 1ª SVE | 3ª SVE | - |
| 140 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:29:44 | 00:30:58 | 00:01:14 | 11ª SVE | 7ª SVE | - |
| 141 | 04/05/2016 | 10:15-12:00 | 00:30:55 | 00:31:16 | 00:00:21 | 10ª SVE | 7ª SVE | - |
| 142 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:00:21 | 00:00:57 | 00:00:36 | 6ª SVE | Corredor | - |
| 143 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:07:32 | 00:07:46 | 00:00:14 | 3ª SVE | Linha 4 | A fazer limpeza à linha 4 |
| 144 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:10:20 | 00:10:46 | 00:00:26 | 4ª SVE | Corredor interno | A fazer limpeza |
| 145 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:11:06 | 00:12:12 | 00:01:06 | 1ª SVE | 4ª SVE | Atendeu a 4ª SVE, 5ª EE3D |
| 146 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:12:35 | 00:12:47 | 00:00:12 | 5ª SVE | Corredor | - |
| 147 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:12:53 | 00:14:01 | 00:01:08 | 4ª SVE | Corredor interno | - |
| 148 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:14:35 | 00:14:45 | 00:00:10 | 5ª EE3D | Corredor interno | - |
| 149 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:21:22 | 00:22:34 | 00:01:12 | 1ª SVE | Linha 3 | Atendeu a 2ª SVE |

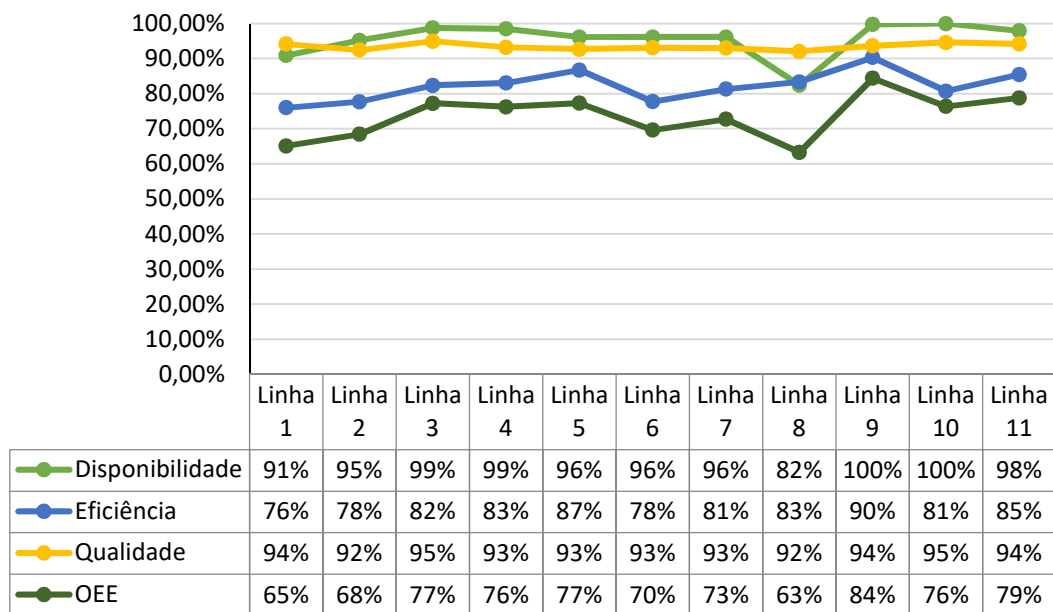
| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|---|
| 150 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:47:49 | 00:48:10 | 00:00:21 | 10ª EE3D | Linha 9 | - |
| 151 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:56:45 | 00:58:19 | 00:01:34 | 7ª EE3D | Corredor interno | - |
| 152 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:58:55 | 00:59:39 | 00:00:44 | 9ª SVE | Linha 5 | - |
| 153 | 05/05/2016 | 08:40-12:00 | 00:00 | 00:01:06 | 00:01:06 | 10ª EE3D | - | - |
| 154 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:00:08 | 00:00:16 | 00:00:08 | 1ª SVE | Linha 2 | - |
| 155 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:04:17 | 00:06:10 | 00:01:53 | 1ª SVE | Beber água | - |
| 156 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:04:30 | 00:05:55 | 00:01:25 | 2ª SVE | Beber água | - |
| 157 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:06:55 | 00:07:05 | 00:00:10 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 158 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:07:17 | 00:07:23 | 00:00:06 | 10ª SVE | 7ª SVE | - |
| 159 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:07:39 | 00:08:09 | 00:00:30 | 4ª SVE | Linha 5 | - |
| 160 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:08:34 | 00:09:46 | 00:01:12 | 1ª SVE | 4ª SVE | - |
| 161 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:09:54 | 00:10:13 | 00:00:19 | 7ª EE3D | Corredor | - |
| 162 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:12:48 | 00:13:54 | 00:01:06 | 5ª SVE | Linha 7 | - |
| 163 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:15:08 | 00:15:56 | 00:00:48 | 4ª SVE | - | - |
| 164 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:16:42 | 00:16:57 | 00:00:15 | 3ª SVE | 1ª SVE | - |
| 165 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:17:21 | 00:17:32 | 00:00:11 | 11ª SVE | 7ª SVE | - |
| 166 | 05/05/2016 | 13:30-13:50 | 00:17:50 | 00:18:06 | 00:00:16 | 3ª SVE | 1ª SVE | - |
| 167 | 06/05/2016 | 10:45-11:21 | 00:00:46 | 00:01:04 | 00:00:18 | 3ª SVE | Corredor interno | - |
| 168 | 06/05/2016 | 10:45-11:21 | 00:01:38 | 00:02:02 | 00:00:24 | 1ª SVE | 3ª SVE | - |
| 169 | 06/05/2016 | 10:45-11:21 | 00:02:53 | 00:03:48 | 00:00:55 | 7ª SVE | 8ª SVE | - |
| 170 | 06/05/2016 | 10:45-11:21 | 00:06:18 | 00:06:55 | 00:00:37 | 7ª SVE | 9ª SVE | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 171 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:05:50 | 00:06:28 | 00:00:38 | 3ª SVE | 4ª EE3D | - |
| 172 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:10:52 | 00:12:50 | 00:01:58 | 6ª SVE | Linha 4 | Atendeu as 1ª,3ª e 4ª SVE |
| 173 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:13:03 | 00:13:21 | 00:00:18 | 3ª SVE | 6ª SVE | - |
| 174 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:15:29 | 00:15:55 | 00:00:26 | 8ª EE3D | Corredor interno | - |
| 175 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:15:42 | 00:16:14 | 00:00:32 | 7ª EE3D | Corredor interno | Atendeu a 8ª EE3D |
| 176 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:22:30 | 00:22:52 | 00:00:22 | 10ª SVE | Corredor interno | A fazer limpeza |
| 177 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:24:20 | 00:24:50 | 00:00:30 | 11ª SVE | 8ª SVE | - |
| 178 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:25:19 | 00:25:45 | 00:00:26 | 8ª SVE | Corredor interno | - |
| 179 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:25:20 | 00:26:05 | 00:00:45 | 9ª SVE | Corredor interno | - |
| 180 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:26:22 | 00:26:39 | 00:00:17 | 8ª EE3D | 9ª EE3D | - |
| 181 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:30:28 | 00:30:33 | 00:00:05 | 7ª SVE | Corredor interno | - |

| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|---|
| 182 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:32:33 | 00:32:37 | 00:00:04 | 7ª EE3D | Linha 7 | - |
| 183 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:35:14 | 00:35:59 | 00:00:45 | 9ª SVE | 7ª SVE | Atendeu a 8ª SVE |
| 184 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:35:18 | 00:35:45 | 00:00:27 | 8ª SVE | 7ª SVE | - |
| 185 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:36:30 | 00:36:43 | 00:00:13 | 7ª SVE | 9ª SVE | - |
| 186 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:40:39 | 00:40:53 | 00:00:14 | 9ª SVE | Linha 8 | - |
| 187 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:45:05 | 00:45:32 | 00:00:27 | 11ª SVE | Corredor interno | - |
| 188 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:46:51 | 00:46:58 | 00:00:07 | 8ª SVE | Corredor | - |
| 189 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:48:18 | 00:50:17 | 00:01:59 | 10ª SVE | Gabinete | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 190 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:02:15 | 00:02:55 | 00:00:40 | 8ª SVE | Corredor interno | - |
| 191 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:08:28 | 00:08:41 | 00:00:13 | 9ª SVE | Corredor interno | - |
| 192 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:09:31 | 00:09:37 | 00:00:06 | 9ª SVE | Corredor interno | - |
| 193 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:12:46 | 00:13:09 | 00:00:23 | 11ª SVE | Armário | - |
| 194 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:13:19 | 00:13:46 | 00:00:27 | 9ª SVE | 11ª SVE | - |
| 195 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:15:58 | 00:16:52 | 00:00:54 | 9ª SVE | Gruta | Foi a outra operadora de máquinas que atendeu a máquina |
| 196 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:17:42 | 00:18:55 | 00:01:13 | 10ª EE3D | Gruta | - |
| 197 | 10/05/2016 | 10:35-12:00 | 00:17:58 | 00:19:04 | 00:01:06 | 8ª EE3D | Gruta | - |
| 198 | 10/05/2016 | 13:20-13:40 | 00:01:28 | 00:02:17 | 00:00:49 | 9ª SVE | Corredor | - |
| 199 | 10/05/2016 | 13:20-13:40 | 00:08:05 | 00:09:21 | 00:01:16 | 8ª SVE | Linha 11 | - |
| 200 | 10/05/2016 | 13:20-13:40 | 00:13:23 | 00:13:40 | 00:00:17 | 9ª SVE | Armário | - |
| 201 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:11:25 | 00:11:54 | 00:00:29 | 7ª SVE | Linha 9 | - |
| 202 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:13:40 | 00:13:53 | 00:00:13 | 7ª EE3D | Corredor | - |
| 203 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:15:01 | 00:15:12 | 00:00:11 | 3ª EE3D | Corredor | - |
| 204 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:16:06 | 00:16:14 | 00:00:08 | 7ª SVE | Corredor | - |
| 205 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:17:57 | 00:18:42 | 00:00:45 | 7ª SVE | Gruta | - |
| 206 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:19:47 | 00:20:18 | 00:00:31 | 7ª SVE | - | Foi a outra operadora de máquinas que atendeu a máquina |
| 207 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:24:35 | 00:25:00 | 00:00:25 | 7ª SVE | - | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |

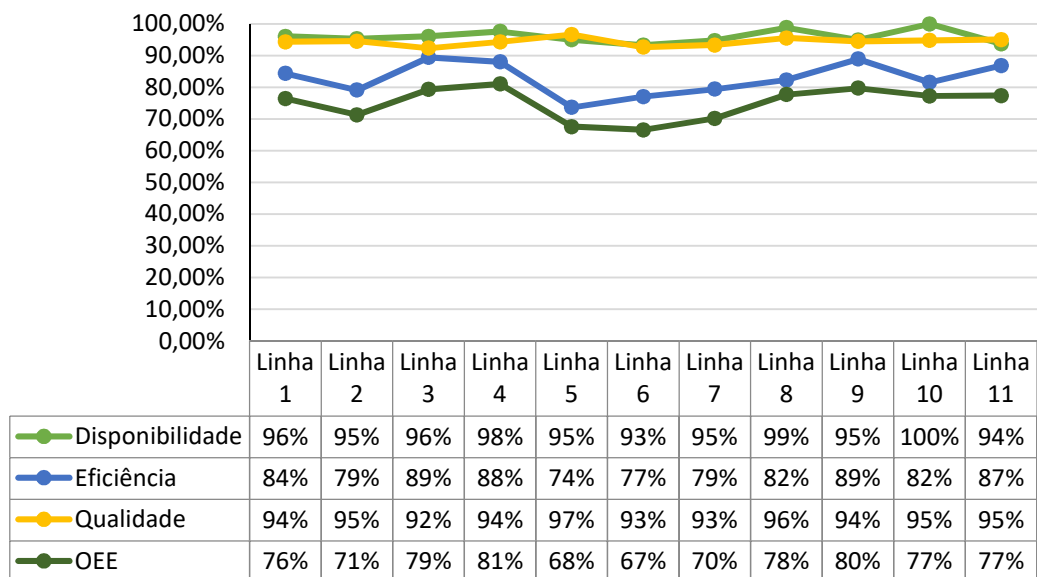
| | | | | | | | | |
|-----|------------|-------------|----------|----------|----------|----------|------------------|---|
| 208 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:25:19 | 00:26:05 | 00:00:46 | 11ª SVE | - | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 209 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:27:44 | 00:29:37 | 00:01:53 | 7ª EE3D | - | Foi a outra operadora de máquinas que atendeu a máquina |
| 210 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:31:50 | 00:32:05 | 00:00:15 | 10ª SVE | Linha 9 | Foi a operadora logística que atendeu a máquina |
| 211 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:37:23 | 00:37:38 | 00:00:15 | 10ª EE3D | 9ª SVE | - |
| 212 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:40:05 | 00:40:10 | 00:00:05 | 10ª EE3D | Corredor | - |
| 213 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:51:53 | 00:52:02 | 00:00:09 | 7ª EE3D | Corredor interno | - |
| 214 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:54:09 | 00:54:28 | 00:00:19 | 10ª SVE | 7ª SVE | - |
| 215 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:55:53 | 00:56:03 | 00:00:10 | 10ª SVE | Corredor | - |
| 216 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:56:21 | 00:56:38 | 00:00:17 | 7ª SVE | 10ª SVE | - |
| 217 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:00:09 | 00:00:35 | 00:00:26 | 2ª SVE | 6ª SVE | Foi a outra operadora de máquinas que atendeu a máquina |
| 218 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:00:49 | 00:02:19 | 00:01:30 | 3ª SVE | 2ª SVE | - |
| 219 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:02:50 | 00:02:56 | 00:00:06 | 5ª SVE | 3ª SVE | - |
| 220 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:07:28 | 00:07:36 | 00:00:08 | 9ª SVE | Corredor | - |
| 221 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:07:49 | 00:08:13 | 00:00:24 | 10ª SVE | 9ª SVE | - |
| 222 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:10:15 | 00:10:26 | 00:00:11 | 7ª SVE | Corredor interno | - |
| 223 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:00:00 | 00:00:15 | 00:00:15 | 7ª SVE | Corredor interno | - |
| 224 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:01:34 | 00:02:33 | 00:00:59 | 2ª SVE | 1ª SVE | - |
| 225 | 11/05/2015 | 08:45-10:00 | 00:02:53 | 00:03:26 | 00:00:33 | 1ª SVE | 4ª EE3D | - |
| 226 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:03:49 | 00:04:06 | 00:00:17 | 6ª SVE | 3ª SVE | - |
| 227 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:06:13 | 00:06:37 | 00:00:24 | 2ª SVE | 4ª SVE | - |
| 228 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:08:21 | 00:08:52 | 00:00:31 | 5ª SVE | 1ª SVE | - |
| 229 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:11:23 | 00:12:01 | 00:00:38 | 4ª SVE | 1ª SVE | - |
| 230 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:12:36 | 00:12:43 | 00:00:07 | 5ª SVE | Corredor | - |
| 231 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:14:06 | 00:15:08 | 00:01:02 | 6ª SVE | 3ª SVE | - |
| 232 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:17:04 | 00:17:33 | 00:00:29 | 1ª SVE | Corredor | - |
| 233 | 11/05/2016 | 08:45-10:00 | 00:19:25 | 00:19:59 | 00:00:34 | 4ª SVE | 1ª SVE | - |

ANEXO O – OEE das linhas e os seus fatores das semanas 19 à 21

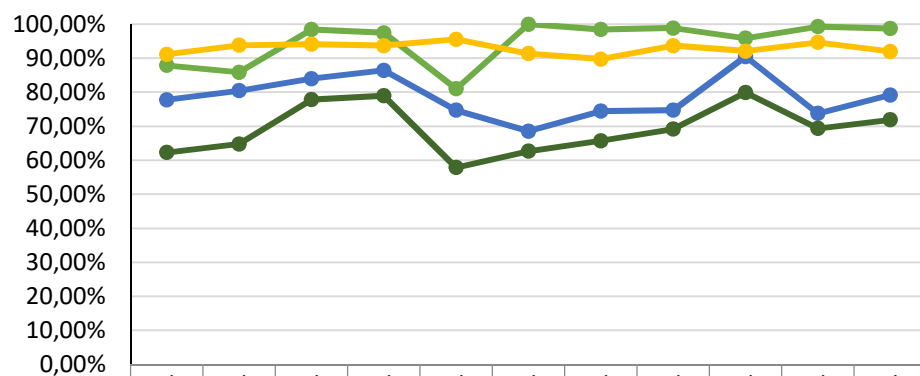
OEE das linhas e os seus fatores na semana 19



OEE das linhas e os seus fatores na semana 20



OEE das linhas e os seus fatores na semana 21



| | Linha 1 | Linha 2 | Linha 3 | Linha 4 | Linha 5 | Linha 6 | Linha 7 | Linha 8 | Linha 9 | Linha 10 | Linha 11 |
|-----------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|----------|----------|
| Disponibilidade | 88% | 86% | 98% | 97% | 81% | 100% | 98% | 99% | 96% | 99% | 99% |
| Eficiência | 78% | 80% | 84% | 86% | 75% | 69% | 74% | 75% | 90% | 74% | 79% |
| Qualidade | 91% | 94% | 94% | 94% | 96% | 91% | 90% | 94% | 92% | 95% | 92% |
| OEE | 62% | 65% | 78% | 79% | 58% | 63% | 66% | 69% | 80% | 69% | 72% |